وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء.

التخصص : كيمياء تحليلية

من إعداد: طواهير نور الإيمان - بوزيان شريفة

بعنـوان :

خصائص مياه الشرب لآبار طبقة الألبيان بمنطقة الحجيرة (ولاية ورقلة): دراسة حالة

نوقشت علنا يوم : 2018/06/07 **أمام لجنة المناقشة:**

رحيم أم الخير	أستاذة محاضرة صنف " أ "	رئيسا
زبيدي عمار	أستاذ محاضر صنف " ب "	مناقشا
ذوادي علي	أستاذ محاضر صنف " أ "	مؤطرا
تارش عبد اللطيف	مدير الجزائرية للمياه بالحجيرة	مدعوا

السنة الجامعية : 2017 / 2018

إهداء

الحمد الله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله الحمد الله الذي ألهمنا القوة والصبر لإتمام هذا العمل المتواضع

أهدي هذا العمل إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم إلى من يشقى لأنجح ويحزن لأفرح والدي العزيز

إلى نبع الحنان ورمز الأمان إلى من تحت قديمها الجنان والدتي الغالية أطال الله في عمرها وأعلى في قدرها

كما لاننسى أستاذنا الفاضل "ذوادي علي" الذي كان فيضا ننهل من علمه ونصائحه

إلى العائلة الكريمة إخوتي وأخواتي الطيب -إسماعيل - كلثوم - حنان - حفصة – هاجر- سارة - صفاء - كوثر – وفاء - وإلى البراعم الصغار " سيلار- إسلام "

إلى رفقاء دربي وذكرياتي صديقاتي " شريفة- صبرين – خولة- سليمة "

إلى كل من ساعدنا في هذا العمل من قريب أو بعيد

إلى كل طلبة قسم الكيمياء دفعة 2018

نور الأيمان

إهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك الله جل جلاله إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من علمني العطاء بدون انتظار إلى من أحمل اسمه بكل افتخار أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى من ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد والدي العزيز.

إلى ملاكي في الحياة إلى معنى الحب و إلى معنى الحنان إلى سر الوجود إلى من دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحابيب أمي الغالية.

إلى أعز إنسان في قلبي أخي الغالي رحمه الله الطاهر.

كما لاننسى أستاذنا الفاضل "ذوادي علي" الذي كان فيضا ننهل من علمه ونصائحه

إلى زينة الحياة وشموع الدرب إخوتي وأخواتي وزوجات إخوتي وأخواتي.

إلى براعم الحياة ألاء- مراد- إسراء- أسيل- أدم- محمد العيد- عثمان- الطاهر- محمد مداني- محمد الطاهر- محمد الطيب.

إلى توأم روحي ورفيقة دربي إلى صاحبة القلب الطيب والنوايا الصادقة إلى من رافقتني منذ أن حملنا حقائب صغيرة ومعك سرت الدرب صديقتي الغالية روميصاء – صابرين فاطمة الزهراء.

إلى رمز انتمائي كل أقاربي الأعزاء.

إلى صديقاتي وكل رفقاء الدراسة.

إلى خريجي قسم الكيمياء 2018.

وإلى كل من غضب عندما لم يجد اسمه مكتوب في الورقة فإسمه في القلب محفوظ.

شريفة

قائمة الاختصارات

T Min	درجة الحرارة الدنيا
T Max	درجة الحرارة القصوى
UN	الرطوبة النسبية الدنيا
UX	الرطوبة النسبية القصوى
INS	مدة الإشعاع الشمسي
RR	كمية الأمطار
Trace	كمية قليلة جدا
EVA	التبخر الكلي
FX	سرعة الرياح القصوى
CI	المتداخل القاري
CT	المركب النهائي
µ	ثابت العزل الكهربائي
OMS	منظمة الصحة العالمية
pH	الأس الهيدروجيني
C_S	التركيز الاشباعي للغاز في الماء
K_H	ثابت هنري أو معامل الامتصاص
P	الضغط الجزئي للغاز في الهواء
ADE	مؤسسة الجزائرية للمياه
NTU	وحدة قياس العكارة
MES	المواد العالقة
TH	العسرة
TAC	القلوية الدائمة
TA	القلوية المؤقتة
RS	البقايا الجافة
TDS	المواد الصلبة الذائبة

قائمة الأشكال و الصور

الرقم	العنوان	الصفحة
I-1	الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة	3
I-2	الموقع الإداري لمنطقة الدراسة	4
I-3	مقطع جيولوجي	11
I-4	مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات	13
II-1	نسب الماء في الأغذية وجسم الإنسان	15
II-2	دورة الماء في الطبيعة	15
II-3	المياه الجوفية ودورتها	16
II-4	بحيرة واسعة ونهر	17
II-5	مياه البحر	17
II-6	البنية الفراغية لجزيء الماء	18
II-7	الرابطة المشتركة للجزيء	18
III-1	المؤسسة العمومية الجزائرية للمياه ورقلة	37
III-2	مختلف الآبار الموجودة في المنطقة	38
III-3	جهاز pH mètre	40
III-4	ماء العينة (الآبار1، 2، 3)	40
III-5	جهاز قياس الناقلية الكهربائية	41
III-6	ميزان تحليلي	42
III-7	حاضنة	42
III-8	جهاز قياس العكارة	42
III-9	جهاز نزع الرطوبة	43
III-10	نتائج معايرة TAC	44
III-11	نتائج العسرة	45
III-12	نتائج معايرة الكالسيوم	46
III-13	نتائج معايرة الكلورير	47
III-14	جهاز الامتصاص الذري بالشعلة	48
III-15	نتائج تركيز الكبريتات	50
III-16	نتائج تركيز الحديد	51
III-17	نتائج تركيز الامنيوم	52
III-18	نتائج تركيز النتريت	52
III-19	نتائج تركيز النترات	54
III-20	الكشف عن بكتيريا القولون والبكتيريا السباحية	57
IV-1	منحنى الصوديوم الشاهد	69
IV-2	منحنى البوتاسيوم الشاهد	70

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1-I	تغيرات درجة الحرارة (C°) خلال 2010 -2017	5
2-I	تغيرات الرطوبة (%) خلال 2010 - 2017	6
3-I	تغيرات الإشعاع الشمسي (h) خلال 2010 – 2017	7
4-I	تغيرات التساقط (mm) خلال 2010 – 2017	8
5-I	تغيرات التبخر (mm) خلال 2010 – 2017	9
6-I	تغيرات الرياح (m/s) خلال 2010- 2017	10
1-II	المعايير الوطنية والدولية لمياه الشرب	27
2-II	الميزات الايجابية والسلبيات للأنظمة الأكسدة المتقدمة	35
1-III	مصادر المياه التي تم تحليلها	38
1-IV	نتائج الأس الهيدروجيني pH	59
2-IV	نتائج الناقلية الكهربائية	59
3-IV	نتائج المواد الصلبة الذائبة	60
4-IV	نتائج الملوحة	61
5-IV	نتائج البقايا الجافة	62
6-IV	نتائج العكارة	62
7-IV	نتائج المواد العالقة	63
8-IV	نتائج TAC	64
9-IV	نتائج القلوية	65
10-IV	نتائج TH	66
11-IV	نتائج تركيز الكالسيوم	67
12-IV	نتائج تركيز المغنزيوم	68
13-IV	نتائج تركيز الكلورير	69
14-IV	نتائج تركيز الصوديوم	70
15-IV	نتائج تركيز البوتاسيوم	71
16-IV	نتائج تركيز الكبريتات	71
17-IV	نتائج تركيز الحديد	72
18-IV	نتائج تركيز الامنيوم	72
19-IV	نتائج تركيز النتريت	73
20-IV	نتائج تركيز النترات	73
21-IV	نتائج التوازن الشاردي	74

قائمة المخططات

الرقم	العنوان	الصفحة
1-II	مصادر المياه على الأرض	18

الفهرس

الرقم	العنوان	الصفحة
المقدمة العامة		1
الفصل الأول : تقديم منطقة الدراسة (الحجيرة)		
	تمهيد	3
I-1	التعريف بالمنطقة	3
I-1-1	الموقع الجغرافي	3
I-1-2	الموقع الإداري	3
I-2	المناخ	5
I-2-1	درجة الحرارة	5
I-2-2	الرطوبة	6
I-2-3	الإشعاع الشمسي	6
I-2-4	التساقط	7
I-2-5	التبخر	8
I-2-6	الرياح	9
I-3	جيولوجية المنطقة	10
I-4	هيدروغرافية المنطقة	11
I-5	خلاصة الفصل	13
الفصل الثاني : عموميات حول المياه وماء الشرب		
	تمهيد	14
II-1	عموميات	14
II-1-1	الماء ينبوع الحياة	14
II-1-2	ضرورة الماء الصافي لصحة الإنسان	14
II-1-3	دورة الماء في الطبيعة	15
II-1-4	أنواع المياه ومصادرها	16
II-1-4-1	المياه الجوفية	16
II-1-4-2	المياه السطحية	16
II-1-4-3	مياه البحار	17
II-1-5	مصادر المياه على الأرض	17
II-1-6	تركيبة الماء	18
II-1-7	الخصائص الفيزيائية للماء	18
II-1-8	نوعية الماء	19
II-1-8-1	المياه النقية الصالحة للاستعمال البشري	19
II-1-8-2	المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعيا	19
II-1-8-3	مياه غير صالحة للاستعمال أو الملوثة	19
II-1-9	مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها	20
II-1-9-1	الخصائص الفيزيائية	20
II-1-9-2	الخصائص الكيميائية	21
II-1-9-3	الخصائص البيولوجية	23

II-1-9-4	الخصائص البصرية	23
II-1-10	أسباب وحلول مشكلة قلة أو ندرة المياه	23
II-2	مياه الشرب	24
II-2-1	تعريفها	24
II-2-2	مواصفات الماء الصالح للشرب	24
II-2-3	تلوث الماء الصالح للشرب	25
II-2-4	أنواع التلوث	25
II-2-4-1	التلوث الفيزيائي	25
II-2-4-2	التلوث الكيميائي	25
II-2-4-3	التلوث الحيوي (البيولوجي)	25
II-2-4-4	التلوث الإشعاعي	26
II-2-4-5	التلوث الحراري	26
II-2-5	مصادر تلوث الماء	26
II-2-6	معايير المياه الصالحة للشرب	27
II-2-7	الآثار الصحية لبعض المواد التي قد توجد بالمياه	28
II-2-8	أهم العناصر المكونة للماء حسب منظمة الصحة العالمية	28
II-2-8-1	العناصر الأساسية	28
II-2-8-2	العناصر غير المرغوب فيها	29
II-2-8-3	العناصر السامة	30
II-2-9	الطرق الأساسية لتنقية الماء	31
II-2-9-1	التهوية	32
II-2-9-2	إزالة المواد المعلقة والغروية	32
II-2-9-3	إزالة المواد المنحلة في الماء	33
II-2-9-4	التعديل	34
II-2-9-5	أكسدة المياه وتعقيمها	34
II-3	خلاصة الفصل	36
الفصل الثالث : الطرق والأدوات المستعملة		
	تمهيد	37
III-1	المواد المستعملة والطرق العملية	37
III-1-1	التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه	37
III-1-2	مصادر المياه التي تم تحليلها	38
III-1-3	شروط أخذ العينة	39
III-2	دراسة الخصائص الفيزيائية	39
III-2-1	قياس الأس الهيدروجيني	39
III-2-2	قياس الناقلية الكهربائية	40
III-2-3	تقدير المواد الصلبة الذائبة	41
III-2-4	تحديد الملوحة	41
III-2-5	البقايا الجافة	41
III-2-6	اختبار العكارة	42
III-2-7	تحديد المواد العالقة	42
III-3	دراسة الخصائص الكيميائية	44

1-3-III	تحديد القلوية الدائمة TAC	**44**
2-3-III	تحديد القلوية HCO_3^-	**44**
3-3-III	تحديد القلوية المؤقتة TA	**45**
4-3-III	قياس العسرة TH	**45**
5-3-III	قياس تركيز الكالسيوم	**46**
6-3-III	تعيين تركيز المغنزيوم	**46**
7-3-III	تحديد تركيز الكلورير	**47**
8-3-III	تحديد تركيز الصوديوم	**48**
9-3-III	تحديد تركيز البوتاسيوم	**49**
10-3-III	تحديد تركيز الكبريتات	**49**
11-3-III	تحديد تركيز الحديد	**50**
12-3-III	تحديد تركيز الامنيوم	**51**
13-3-III	تحديد تركيز النتريت	**52**
14-3-III	تحديد تركيز النترات	**53**
4-III	الخصائص البكتريولوجية	**54**
1-4-III	اختبار الكشف عن عدد بكتيريا القولون الكلية والبرازية	**55**
2-4-III	اختبار الكشف عن عدد البكتيريا السباحية البرازية	**56**
5-III	خلاصة الفصل	**58**
الفصل الرابع : النتائج ومناقشتها		
	تمهيد	**59**
1-IV	الخصائص الفيزيائية	**59**
1-1-IV	نتائج الأس الهيدروجيني	**59**
2-1-IV	نتائج الناقلية الكهربائية	**59**
3-1-IV	نتائج المواد الصلبة الذائبة	**60**
4-1-IV	نتائج الملوحة	**61**
5-1-IV	نتائج البقايا الجافة	**61**
6-1-IV	نتائج العكارة	**62**
7-1-IV	نتائج المواد العالقة	**63**
2-IV	الخصائص الكيميائية	**64**
1-2-IV	نتائج القلوية الدائمة TAC	**64**
2-2-IV	نتائج القلوية	**64**
3-2-IV	نتائج القلوية المؤقتة TA	**65**
4-2-IV	نتائج العسرة	**65**
5-2-IV	نتائج الكالسيوم	**66**
6-2-IV	نتائج المغنزيوم	**67**
7-2-IV	نتائج الكلورير	**68**
8-2-IV	نتائج الصوديوم	**69**
9-2-IV	نتائج البوتاسيوم	**70**
10-2-IV	نتائج الكبريتات	**71**
11-2-IV	نتائج الحديد	**72**
12-2-IV	نتائج الامنيوم	**72**

13-2-IV	نتائج النتريت	**73**
14-2-IV	نتائج النترات	**73**
3-IV	الوسائط البكتريولوجية	**74**
4-IV	خلاصة الفصل	**74**
الخلاصة العامة		**75**
المراجع		**77**

المقدمة العامة

المقدمة العامة

قال تعالى " وجعلنا من الماء كل شيء حي " سورة الأنبياء الآية 30.

تواجه المجتمعات البشرية أخطارا كبيرة مع مطلع الألفية الثالثة وقد اعتاد الإنسان أن يُعد الطبيعة كنزا, لذلك استمر الإنسان بتسخيرها بقوة [1].

فالماء عنصر ضروري للحياة وبدونه لايمكن العيش للكائنات الحية وهو أحد الموارد الطبيعية المتجددة على كوكب الأرض [2], وأهم ما يميزه كمركب كميائي هو ثباته فالكميات الموجودة منه على سطح وباطن كوكب الأرض هي نفسها منذ مئات السنين, ويدخل في تركيب أجسام كل الكائنات الحية مهما تعددت صورها وأشكالها [3] .

تعاني أغلب مناطق المغرب العربي خاصة الجزائر من ندرة المياه ويرجع ذلك إلى وقوعها في المنطقة الجافة وشبه الجافة من الكرة الأرضية, إلا أن استهلاك مياه الشرب ازداد مع ارتفاع عدد السكان والتقدم الصناعي مما نتج عنه تلوث عضوي, معدني و بكتريولوجي مما يستدعي بالضرورة دراسة خصائص المياه [4].

من المعروف أن مياه الآبار تعتبر مياهها صافية وصالحة للشرب لكنها تتأثر بالطبقات والصخور الأرضية التي تمر من خلالها وهذا ما يجعل بعض العناصر يزيد تركيزها مما يسبب بعض المشاكل للمياه [5], لذلك وجب إجراء بعض التحاليل المخبرية (الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية) لمعرفة خصائص ونوعية المياه المستخرجة من مختلف الآبار الموجودة في منطقة الدراسة خلال مختلف الحملات.

إن الإشكالية التي تُطرح في هذا الإطار تتمحور في دراسة نوعية المياه التي تصل إلى المنازل إذا ما كانت صالحة للاستعمال والشرب أم لا وذلك بسب ملاحظة اصفرار في المياه ورائحة مختلفة وترسبات في الصنابير وظهور بقع الصدأ... ويندرج تحت هذه الإشكالية مجموعة التساؤلات الفرعية التي ستبين لنا :

- ماهي مختلف خصائص الآبار الموجودة في منطقة الحجيرة
- ماهي نوعية المياه المستغلة

للإجابة عن هذه الأسئلة اتخذنا خطة البحث الآتية :

✓ الفصل الأول : تقديم منطقة الدراسة (الحجيرة) وعرض المعطيات الضرورية لمنطقة الدراسة : المناخ، الخصائص الجيولوجية، الهيدروغرافية.

✓ الفصل الثاني : عموميات حول المياه وماء الشرب وتحديد مواصفات وخصائص المياه الصالحة للشرب.

✓ الفصل الثالث : الطرق والأدوات المستعملة وشروط أخذ العينات من آبار منطقة الدراسة.

✓ الفصل الرابع : النتائج ومناقشتها وعرض النتائج في جداول ومقارنتها بالمعايير العالمية والوطنية.

الفصل الأول

تقديم منطقة الدراسة (الحجيرة)

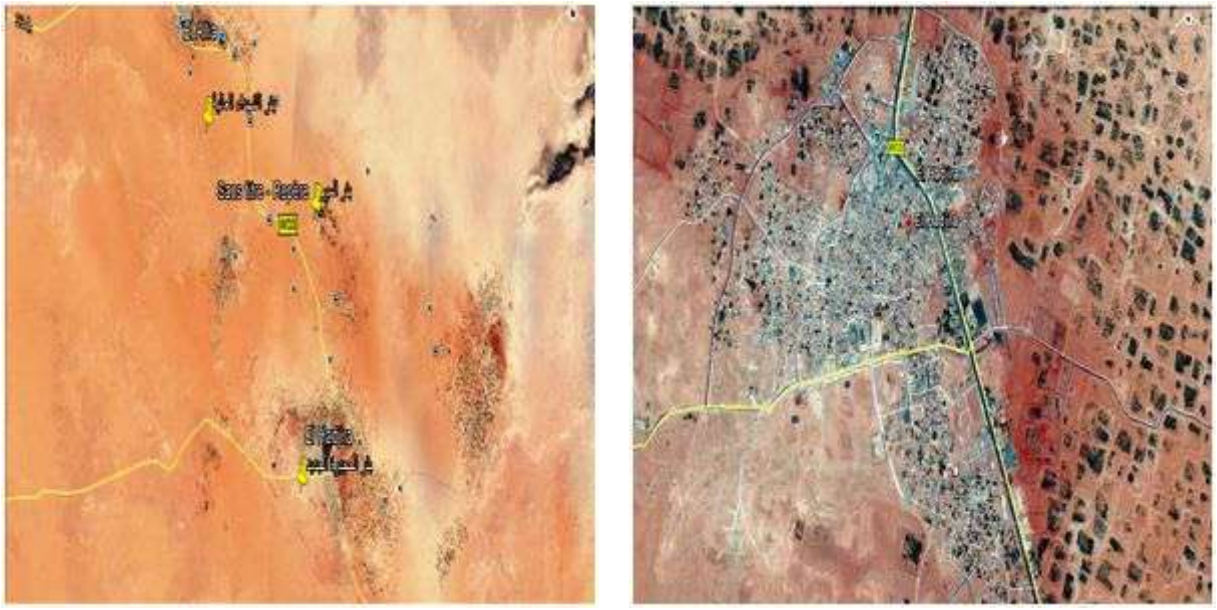
تمهيد

محيط الدراسة يشمل مجال دائرة الحجيرة ولاية ورقلة، حيث سيتم التطرق في هذا الفصل إلى التعريف بمنطقة الدراسة وتقديم نظرة موجزة حول الوضعية الجغرافية، المناخية، الجيولوجية و هيدروغرافية المنطقة.

I-1 التعريف بالمنطقة

I-1-1 الموقع الجغرافي

تقع دائرة الحجيرة في الجهة الشمالية لولاية ورقلة وتبعد عن مقر الولاية بحوالي 100 Km، تتموضع بين دائرتي عرض **(25 °32 و 59 °32)** شمالا وخطي طول **(20 °5 و 70 °6)** شرقا، وتبلغ مساحتها حوالي $9018\,km^2$ وعدد سكانها يقدر بحوالي 46188 نسمة سنة 2017.



الشكل (I-1) : الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

I-1-2 الموقع الإداري

تأسست بلدية الحجيرة سنة 1963 ثم عينت كدائرة أثناء التقسيم الإداري لسنة 1984 يحدها إداريا مايلي :

- **من الشمال :** ولايات الوادي، الجلفة و بسكرة
- **من الجنوب :** دائرتي أنقوسة وسيدي خويلد

❖ **من الشرق :** دوائر تماسين، حاسي مسعود و الطيبات

❖ **من الغرب :** ولايتي غرداية والجلفة

الشكل (I-2) : الموقع الإداري لمنطقة الدراسة

✓ **لمحة تاريخية لنشأة البلدية**

بناء على المرسوم رقم 886/58 المؤرخ في 20 سبتمبر 1958 المتضمن التنظيم البلدي للمقاطعة الصحراوية وبناء على القرار الوزاري تم إنشاء بلدية سعيد أولاد عمر تحت قيادة الفرنسي – فيدال روبار- من ذلك الحين عرفت ببلدية سعيد أولاد عمر إلى أن صدر القرار رقم 231 المؤرخ في 07/23 /1963 من طرف والي الواحات الذي ينص على تسميتها – بلدية الحُجيرة – بعد ضمها لبلديتي سعيد أولاد عمر وأولاد السايح وكان عدد سكانها حوالي 9834 نسمة وبقيت على تلك الحال إلى غاية التقسيم الإداري سنة 1985 التي أصبحت دائرة تابعة لولاية ورقلة.

✓ أصل التسمية

هناك عدة روايات تقول أن القصر كان يظهر من بعيد بين الكثبان الرملية على شكل حجرة صغيرة - حُجيرة- وهكذا تداولاتها الألسنة [6].

I-2 المُناخ

إن الهدف من دراسة المعطيات المناخية لمجال الدراسة هو معرفة طبيعة المنطقة وموقعها الجغرافي (إقليم صحراوي) المعروف بكونه مناخ صحراوي جاف والذي يتميز بدرجات حرارة مرتفعة والجفاف خاصة في فصل الصيف والبرودة في فصل الشتاء.

I-2-1 درجة الحرارة

تتميز منطقة الحجيرة بمناخ حار وجاف صيفا وبدرجات حرارة مرتفعة حيث معدل الحرارة خلال الأشهر الحارة يتراوح بين 31-43 °C وخلال فصل الشتاء يتراوح بين 3-7 °C

الجدول (I-1) : تغيرات درجة الحرارة (°C) خلال 2010-2017

السنة	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
الحرارة / الأشهر	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
جانفي	6.7	19.1	4.3	18.9	3.7	17.2	5.1	19	6.1	18.4	3.2	17.5	6.5	21.6	2.9	16.5
فيفري	8.4	23.1	5.3	19.1	3	16.4	5.2	19.4	7.7	21.8	5.3	17.6	7.6	21.8	7.8	21.9
مارس	11.3	26.1	9.7	22.1	9.5	23.6	11.9	26.4	9.7	22.7	8.8	23.1	9	24.2	10.4	25.4
أفريل	15.6	29.5	14.9	19.6	14	28.6	15.2	29.5	14.9	30.3	15	29.8	15.6	31	14	28.3
ماي	17.5	31.4	18.2	31.6	19.4	33.9	18.3	33.6	20.1	33.8	19.3	35.8	19.8	34.8	20.8	35.9
جوان	24.4	38.9	22.6	36.7	26.6	41.5	22.7	37.4	23.4	37.8	22.8	38.3	23.8	39.5	24.2	39.1
جويلية	27.1	42	27.4	42.2	28.9	43.5	27	41.8	27	42.3	24.8	41	25.8	41.3	26.3	41.8
أوت	26.9	41.8	26	40.9	27.1	42.1	25	39.2	27	42.6	26.7	40.9	25.9	40.1	25.7	41.5
سبتمبر	22.2	35	24.6	38	21.8	36.5	23	36.6	25	38.8	22	36.5	22.9	35.8	20.8	35.3
أكتوبر	15.7	29	15.1	28.1	17.4	31.6	19.2	34.1	16.9	32.4	16.3	30.6	18.9	33.1	15.2	29
نوفمبر	9.5	23.4	10.1	23.1	11.8	25	10.1	22.7	11.8	25.1	9.1	23.6	10	23.8	8.8	22
ديسمبر	6.2	19.3	5.5	18.7	4	18.6	5.7	16.6	4.9	18.4	3	18.9	7.5	19.1	5	18.1

I-2-2 الرطوبة

متوسط معدل الرطوبة السنوية خلال (2010-2017) يتراوح بين 78- 84 % كحد أعلى في شهر جانفي لفصل الشتاء وتنخفض صيفا بسبب ارتفاع درجة الحرارة حيث تتراوح بين 14-21 % كحد أدنى في شهر جويلية.

جدول (I-2) : تغيرات الرطوبة (%) خلال 2010-2017

السنة	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
الرطوبة / الأشهر	UN	UX	UN	UX	UN	UX	UN	UX	UN	UX	UN	UX	UN	UX	UN	UX
جانفي	36	82	38	84	36	80	28	73	43	84	38	83	34	79	35	78
فيفري	25	74	36	82	29	76	29	71	33	79	35	75	29	74	33	74
مارس	24	71	35	82	25	68	22	62	36	78	26	71	20	67	29	70
أفريل	24	76	29	74	23	67	21	60	23	65	23	60	25	72	28	67
ماي	20	65	30	73	23	58	20	56	24	59	21	56	18	55	24	55
جوان	16	50	25	63	16	47	18	47	20	55	20	54	19	52	21	51
جويلية	16	49	17	50	14	40	16	46	19	53	15	46	20	51	21	49
أوت	18	56	18	53	15	42	22	54	21	56	22	57	21	51	24	54
سبتمبر	28	71	22	59	20	53	26	60	24	60	28	69	28	66	30	72
أكتوبر	28	74	34	80	25	63	24	58	25	62	29	71	25	65	38	77
نوفمبر	31	78	35	80	33	73	34	76	32	76	39	83	32	77	38	81
ديسمبر	34	78	39	86	32	76	47	88	42	87	45	90	46	89	39	82

I-2-3 الإشعاع الشمسي

تتعرض المنطقة إلى نسبة عالية من أشعة الشمس في السنة عدا بعض الأيام التي تشهد ساعات قليلة من الأشعة ويكون هذا في فصل الشتاء، ويقدر معدل الإشعاع الشمسي اليومي بـــ 10 ساعات ؛ من 08 إلى 09 ساعات في فصل الشتاء ومن 10 إلى 12 ساعة خلال فصل الصيف.

جدول (I-3) : تغيرات الإشعاع الشمسي (h) خلال 2010-2017

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الإشعاع الشمسي / الأشهر	INS	INS	INS	INS	INS	INS	INS	INS
جانفي	266.8	262.8	243.5	256.5	238.4	232.5	332.1	252.2
فيفري	207.5	244.8	280.4	260.1	239.4	219.9	249.0	204.1
مارس	224.6	263.3	254.3	260.5	261.6	303.4	292.9	294.6
أفريل	243.6	300.5	295.4	281.2	315.0	300.7	298.5	289.4
ماي	320.6	330.8	352.4	332.9	328.9	360.2	308.4	304.3
جوان	260.3	321.8	319.1	325.3	330.7	309.8	336.6	328.8
جويلية	359.0	368.8	368.5	362.2	326.0	383.4	379.0	375.0
أوت	351.2	352.0	350.2	341.2	338.2	312.9	357.8	365.2
سبتمبر	273.6	275.8	293.8	283.9	264.4	262.5	296.5	294.4
أكتوبر	265.8	282.9	263.4	280.3	292.0	278.5	287.6	294.1
نوفمبر	264.5	240.0	255.6	258.8	220.2	275.5	236.4	240.5
ديسمبر	245.5	247.0	275.1	197.6	250.6	255.4	191.5	242.6

I-2-4 التساقط

ميزة التساقط بالمنطقة ضعيفة فلا يتجاوز معدلها السنوي 12.84 mm كحد أقصى في شهر جانفي، كمية الأمطار متغيرة حسب الفصول و السنوات كما تلعب دورا هاما في تزويد الطبقات الباطنية بالمياه الجوفية.

جدول (I-4) : تغيرات التساقط (mm) خلال 2010-2017

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
التساقط / الأشهر	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR	RR
جانفي	9.8	0.0	3.5	0.9	2.2	0.9	2.0	0.1
فيفري	1.1	0.8	Trace	1.6	Trace	42.9	2.0	0.0
مارس	0.3	8.3	Trace	5.0	5.2	12.4	3.4	8.1
أفريل	12.1	4.5	7.3	15.5	0.0	Trace	11.2	35.5
ماي	2.1	4.2	0.0	Trace	0.6	0.0	4.1	0.2
جوان	Trace	0.2	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	1.0
جويلية	Trace	Trace	0.0	Trace	0.0	Trace	0.0	0.0
أوت	0.0	1.7	0.0	7.6	0.0	2.6	Trace	0.0
سبتمبر	2.4	0.4	3.4	Trace	6.1	7.3	5.4	7.1
أكتوبر	0.0	0.6	2.6	0.2	0.9	0.1	Trace	2.9
نوفمبر	0.0	Trace	1.4	6.5	7.5	0.0	3.8	40.9
ديسمبر	0.0	0.6	0.0	18.4	1.9	0.0	5.6	1.0

I-2-5 التبخر

تكون نسبة البخار مرتفعة جدا بالمنطقة على مدار السنة ذلك باعتبارها منطقة صحراوية حيث تصل إلى أعلى نسبة في شهر جويلية تتراوح بين 434.0 mm - 305.4 خلال سنوات الدراسة وإلى أدنى نسبة في شهر جانفي تتراوح بين 187.4 mm -69.0.

جدول (I-5) : تغيرات التبخر (mm) خلال 2010-2017

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
التبخر / الأشهر	EVA	EVA	EVA	EVA	EVA	EVA	EVA	EVA
جانفي	69.0	95.7	111.4	138.2	100.3	106.3	187.4	104.0
فيفري	122.0	110.0	118.4	171.5	151.3	134.1	185.2	151.6
مارس	142.0	128.2	168.0	229.2	140.7	179.6	249.5	175.5
أفريل	158.5	183.9	264.9	257.7	256.3	253.0	183.6	195.0
ماي	182.5	167.0	282.0	299.4	282.9	241.1	305.5	292.0
جوان	273.8	224.6	313.8	356.8	312.2	231.7	340.3	354.3
جويلية	305.4	387.8	434.0	377.5	349.5	359.5	370.2	357.8
أوت	284.9	361.0	379.9	271.6	344.7	320.0	352.2	367.2
سبتمبر	190.1	298.8	213.8	254.9	304.3	175.4	277.0	228.5
أكتوبر	175.5	143.8	175.8	242.3	266.8	174.4	209.8	155.5
نوفمبر	163.8	131.8	175.0	131.7	169.2	120.4	135.9	127.9
ديسمبر	140.8	86.9	190.9	58.2	111.0	80.5	71.4	102.9

I-2-6 الرياح

إن الاتجاه السائد للرياح من أهم العوامل المؤثرة على المنطقة حيث تتعرض لمهب من تيارات مختلفة، رياح جنوبية شرقية و رياح شرقية تكون قوية و مؤثرة خاصة في شهر مارس، أفريل، ماي، سبتمبر، سرعتها ضعيفة لكنها في بعض الأحيان قد تصل إلى 120 km/h [7].

جدول (I-6) : تغيرات الرياح (m/s) 2017-2010

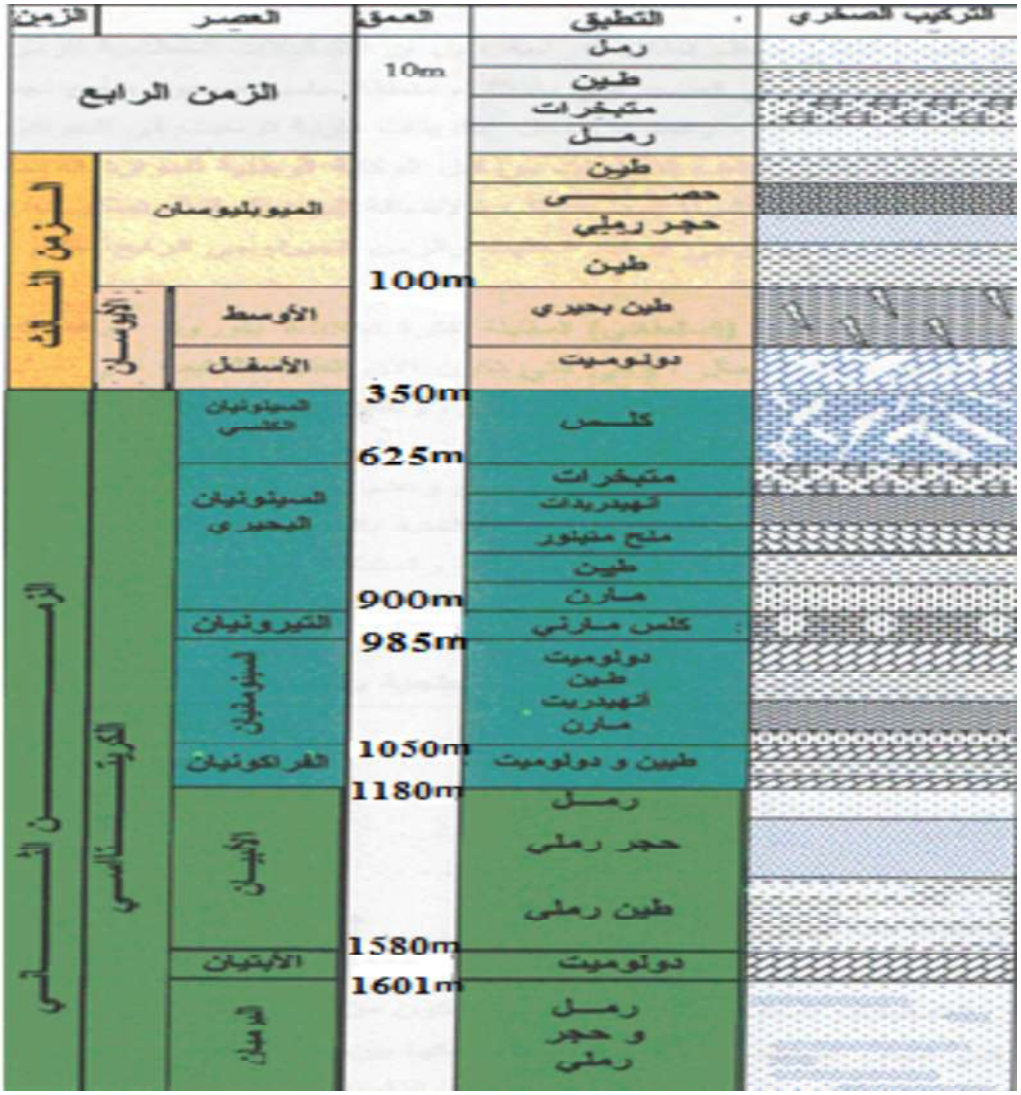
السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الرياح / الأشهر	FX	FX	FX	FX	FX	FX	FX	FX
جانفي	11.1	6.0	7.6	8.1	8.0	8.7	8.7	9.6
فيفري	11.3	9.8	8.7	8.5	8.2	12.0	9.6	10.9
مارس	10.0	9.2	7.7	8.3	10.0	11.0	10.8	10.4
أفريل	11.2	11.1	10.5	8.4	8.5	10.9	11.6	10.7
ماي	10.3	10.8	10.4	9.2	7.8	9.2	12.3	10.3
جوان	11.7	8.7	9.3	7.8	7.9	10.0	11.0	10.6
جويلية	8.6	10.9	8.3	8.6	7.9	8.4	9.8	9.2
أوت	7.6	9.2	8.0	9.4	6.6	10.6	10.3	9.3
سبتمبر	8.3	10.1	9.1	9.1	7.1	8.2	9.6	9.4
أكتوبر	8.3	7.2	7.4	7.7	6.8	8.5	8.6	7.9
نوفمبر	8.4	8.1	8.3	7.9	7.0	7.6	8.3	8.2
ديسمبر	7.3	7.4	6.7	6.1	6.6	5.4	7.7	8.1

3-I جيولوجية المنطقة

تقع المنطقة ضمن المنخفض الصحراوي، وتتميز بتجمع طبقات رسوبية ذات أهمية في تكوين مورد مائي أساسي لهذا الجزء من الصحراء، حيث يتكون الإطار الجيولوجي للمنطقة من (رمل، كلس، جرانيت، الطين اليابس) كما تعتبر منطقة مستقرة تنعدم فيها الزلازل و الإنزلاقات الأرضية حيث يعود تكوينها الجيولوجي إلى ثلاثة أزمنة كالأتي :

- العصر الجيولوجي الرابع : ويمثل الترسبات الرملية الحالية و التكوينات الرباعية القارية.
- العصر الجيولوجي الثالث : حيث تظهر تكوينات الميوبليوسان (Mio-Pliocène) القاري وتكوينات الأيوسان (Eocène).

- العصر الجيولوجي الثاني : تظهر تكوينات الكريتاسي(Crétace) العلوي البحري [8].



المصدر : وكالة الأحواض الهيدروغرافية للصحراء. ورقلة

الشكل (I-3) : مقطع جيولوجي

I-4 هيدروغرافية المنطقة

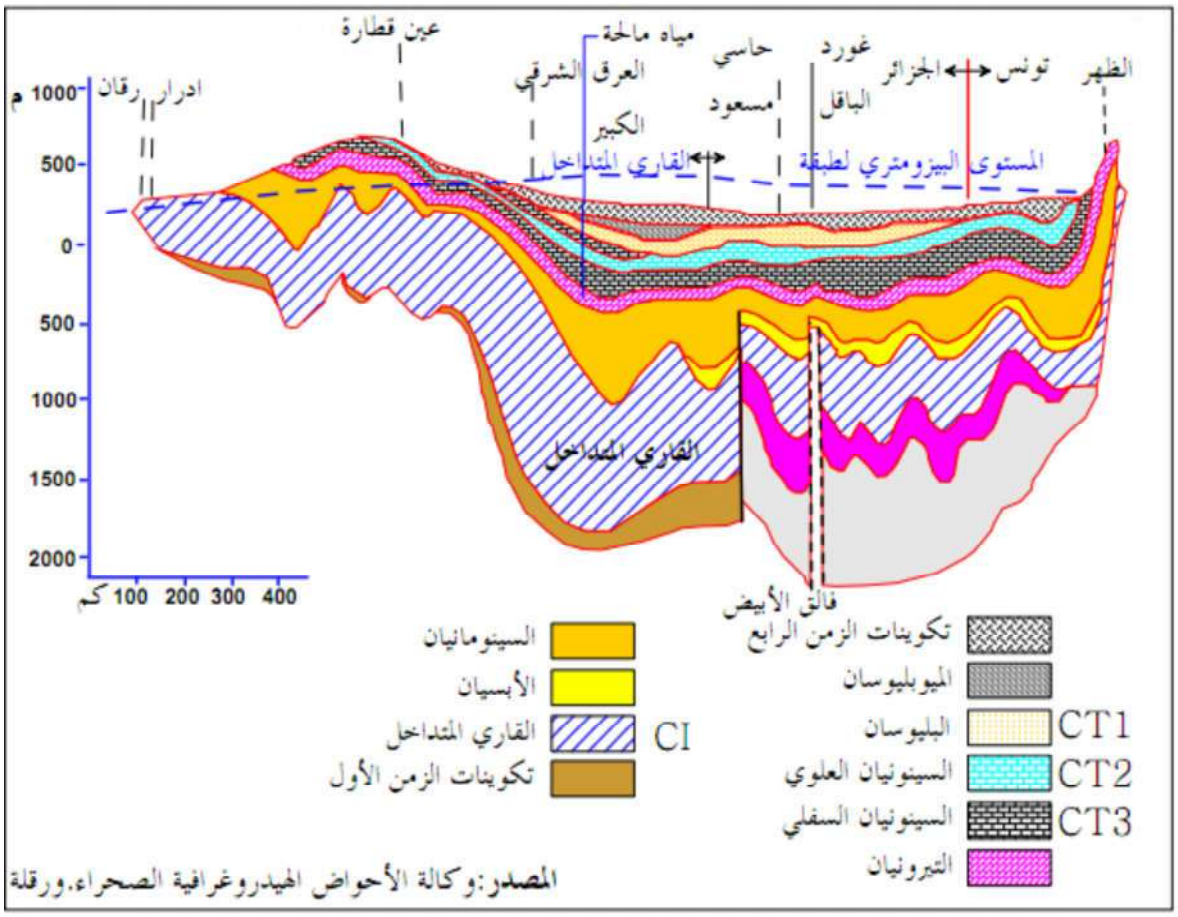
دائرة الحجيرة كباقي المناطق الصحراوية فقيرة من المياه السطحية، ولكن على العكس من ذلك فهي غنية بالمياه الجوفية المتواجدة في طبقات المتداخل القاري CI (Le Continental Intercalaire) والمركب النهائي CT (Le Complexe Terminal) وتتمثل في :

- طبقة الميوبليوسان (Mio-pliocène) : هي طبقة غير ارتوازية تمتد على مساحة قدرها 350000 km^2، عمقها يتراوح بين 100 m- 0 درجة حرارة مياهها بين 15-25 °C، تتكون من طين، حصى، حجر رملي، طين وتستغل غالبا في الفلاحة (السقي) .
- طبقة السنونيان (Sénonien) : هي طبقة غير ارتوازية مستغلة منذ القدم مياهها باردة، عمقها يتراوح بين 475 m - 350 ، تتكون من كلس، متبخرات، أنهيدرات، ملح متبلور، طين، تستغل آبارها في التزود بالمياه الصالحة للشرب.
- طبقة الألبيان (Albien) : تعتبر الطبقة الرئيسية وتدعى طبقة المتداخل القاري (Nappe Continental Intercalaire) تمتد على مساحة قدرها 600000 km^2 فهي تشكل خزان هام في الصحراء الجزائرية، تصل درجة حرارتها إلى 60 °C، وتوجد على عمق كبير يكون بين 1180-1580m، تنقسم إلى ثلاثة أسمطة رئيسية :

✓ **السماط الأول :** يمثل الجزء الأسفل من هذه الطبقة و يتراوح سمكه من 20 إلى 30 متر مكون من طين أحمر.

✓ **السماط الثاني :** وهو الجزء الوسطي لهذه الطبقة ويتراوح سمكه بين 50 إلى 100 متر مكون من طين، رمل، حجر رملي.

✓ **السماط الثالث :** وهو السماط الأعلى يتكون من طبقة تحتوي على طين، حجر رملي، سمكها يتراوح بين 100 إلى 180 متر تعود إلى الكريتاسي الأسفل [9،10].



الشكل (I-4) : مقطع هيدروغرافي لمختلف الطبقات

I-5 خلاصة الفصل

في هذا الفصل قمنا بعرض المعطيات الضرورية لمنطقة الدراسة : الخصائص الجغرافية، المناخ، الخصائص الجيولوجية والهيدروغرافية، حيث يسود مجال الدراسة مناخ صحراوي جاف يتميز بدرجات حرارة مختلفة ومدى حراري كبير وهبوب عواصف ترابية ورطوبة نسبية خفيفة مع هطول أمطار قليلة وزيادة في شدة الإشعاع الشمسي، كما تعرفنا على الطبقات المائية الموجودة وسنتعرف في الفصل القادم على خصائص المياه عموما وإمكانية استغلالها للشرب.

الفصل الثاني

عموميات حول المياه ومياه الشرب

تمهيد

يعد الماء أساسا لكل الكائنات الحية ويشكل الماء الجزء الأكبر من أجسام وأنسجة معظم الأحياء ويؤدي دورا مهما ليس فقط بالنسبة لنشوء الأنواع في الأحقاب الجيولوجية الغابرة وفي استمرار الحياة في الكرة الأرضية في الوقت الحاضر بل كذلك على المستوى الخلوي والجزيئي، ويحتوي الماء على عناصر تكسبه صفة الماء الصالح للشرب، في هذا الفصل سوف نتطرق إلى خصائص المياه ومعايير صلاحيتها للشرب وتأثيرها على صحة الإنسان في حالة تلوثها.

II-1- عموميات

II-1-1 الماء ينبوع الحياة

الماء هو أكثر المواد وجودا في الأرض، حيث يغطي أكثر من ثلاثة أرباع الكرة الأرضية، وهو يملأ المحيطات والبحار والأنهار ويوجد في الهواء وفي باطن الأرض والماء يدخل في تركيب كل كائن حي، فيزن ما يقارب ثلثي جسم الإنسان وثلاثة أرباع جسم الحيوان وأربعة أخماس من الثمار والفواكه [11].

تظهر أهمية المياه في الحياة البشرية بأشكال مختلفة تتناسب مع احتياجات الإنسان العصري لمياه شرب نقية ولتوسع مستمر في المرافق العامة المستهلكة لكميات كبيرة من المياه كالمسابح والملاعب الرياضية وأماكن الترفيه والتسلية. يصل المعدل العام لاستهلاك الفرد الأوروبي إلى أربعة ألاف متر مكعب سنويا من الماء بينما في معظم الدول العربية يكون أقل من 1000 متر مكعب سنويا للفرد [1].

II-1-2 ضرورة الماء الصافي لصحة الإنسان

يحصل الإنسان على الماء عن طريق طعامه وشرابه، حيث يتواجد الماء في كل الأغذية بنسب متفاوتة، ويحتوي على عناصر نافعة ونقصها يؤدي إلى إضطربات بالصحة [12].

يتكون دم الإنسان من 95 % من الماء و 83 % من كليته و75 % من عضلاته و83 % من مخه و69 % من كبده و22 % من عظامه والماء ضروري للصحة لان كافة الوظائف الجسدية والحيوية تعتمد على الماء النقي مثل عمليات التنفس والتمثيل الغذائي و الإخراج و تنظيم حرارة الجسم....، للجسم جهاز إنذار لفقدان الماء بنسبة معينة، يكفي فقدان 0.8 % من مياه الجسم لتشغيل هذا الجهاز ويعاني المسنون أكثر من غيرهم من أعراض قلة الماء بسبب ضعف جهاز الإنذار (التحذير) [13].

الشكل (II-1) : نسب الماء في الأغذية وجسم الإنسان

II-1-3 دورة الماء في الطبيعة

يتميز الماء على سطح الأرض بالحركة الدائمة والدوران المستمر، تعني المراحل والأطوار المختلفة التي يمر بها الماء في تحوله, الشكل (**II-2**) يوضح الدورة المائية.

الشكل (II-2) : دورة الماء في الطبيعة

تقوم الشمس بتسخين الماء، حيث تعتبر المحرك الأساسي للدورة، فماء المحيطات والبحار يُصعد الهواء عن طريق عملية التبخر حيث يُكوّن السحاب ثم يتكاثف ويهطل أمطارا على الأرض، أو ينساب إلى المجاري السطحية أو يمتص من قبل النبات أو يتبخر مجددا، وتسيل الجريانات الجوفية والسطحية في النهاية تجاه المحيط لتجديد الدورة الهيدرولوجية [14،15].

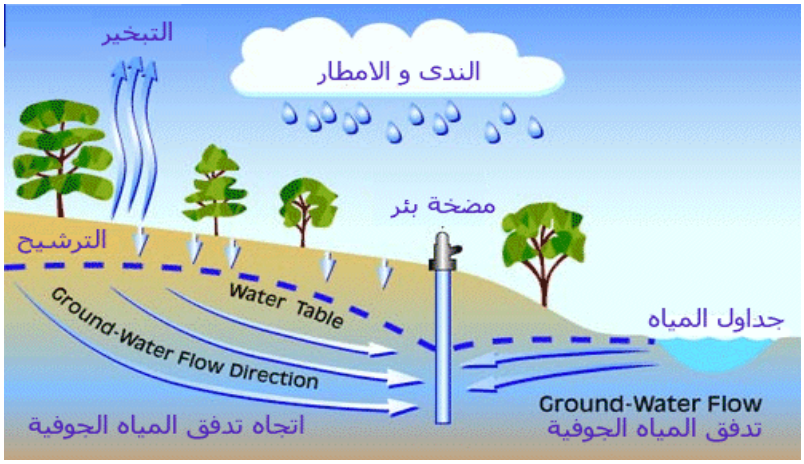
يتواجد الماء بالنسب التالية في الكرة الأرضية فالمحيطات تمثل 97.3 % والماء العذب يمثل 2.7 % والجليد بالمناطق القطبية يمثل 77.2 % والماء الجوفي 22.4 % وماء البحيرات والمستنقعات 0.34 % وفي الغلاف المائي 0.04 % وفي أنهار المجاري المائية 0.01 % [16].

II-1-4 أنواع المياه ومصادرها

II-1-4 -1 المياه الجوفية

تعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه العذبة، وتتميز بأنها أكثر صفاء من المياه السطحية، وتشمل مياه الآبار والينابيع الطبيعية وتقدر بحوالي 21 % من مخزون المياه، حيث يعتمد معظم دول العالم عليها كمصدر.

المياه الجوفية هي التي تقع تحت سطح التربة وتخزن نفسها في مسامات الأرض و بين صخر الأديم، الرمل، الحصى و أخرى من مكونات التربة الأرضية، حيث تنشأ المياه الجوفية من تسرب عبر طبقات الأرض لتنطلق بعدها نحو البحار أو المحيطات أو تتدفق لتنظم إلى مجاري الأنهار .



الشكل (II-3) : المياه الجوفية ودورتها

II-1-4-2 المياه السطحية

تعد المياه السطحية (أنهار، بحيرات، بحار) المصدر الرئيسي لتأمين الاحتياجات المائية سواء كانت بشرية أو صناعية، إلا أنها تتلوث بتعرضها لعوامل بيئية مختلفة.

تعتبر الأمطار هي المصدر الأساسي للمياه السطحية التي تشمل أنواع مختلفة مثل السهول، الأنهار، البحيرات والبرك، ويؤلف هذا النوع من المياه 2 % من المياه المتوفرة للاستعمال الإنساني لكنها ليست

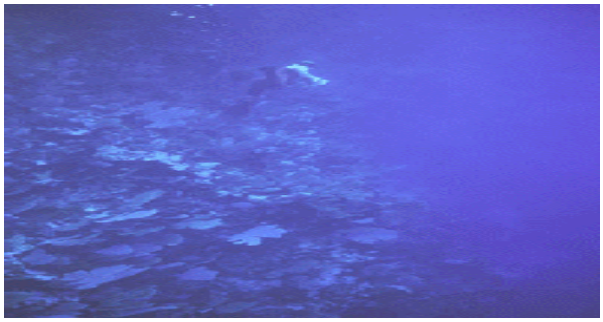
النوع المثالي في الاستعمال لإحتوائها على كثير من الملوثات وشوائب جرثومية وكيميائية تحتاج إلى معالجة متكاملة و متطورة.

الشكل (II-4) : بحيرة واسعة و نهر

II-1- 4-3 مياه البحار

تشكل مياه البحار 97 % من احتياط الماء العالمي وجزء كبير منه يشكل المحيطات المتجمدة حيث

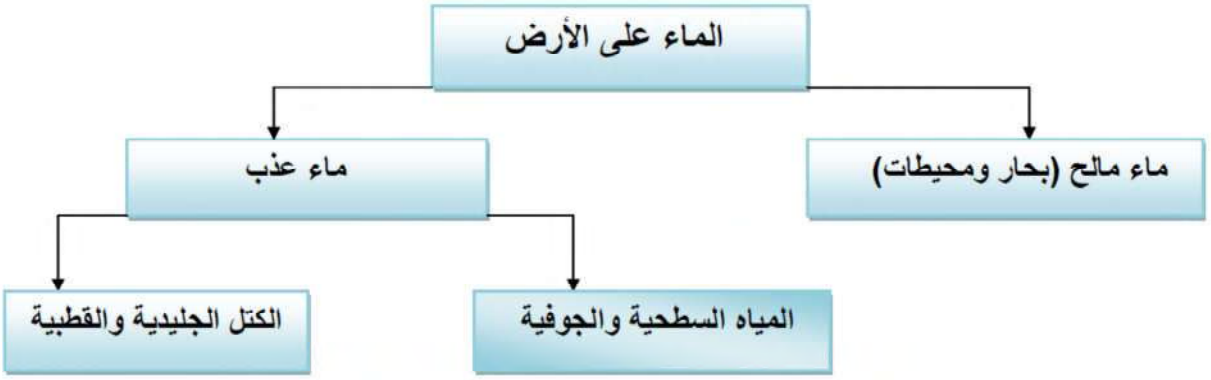
تجدر الإشارة إلى أن مياه البحر المتجمدة لا يمكن الاستفادة منها في الاستعمال البشري. إن مياه البحار المتجمدة تتميز بقدرتها عكس أشعة الشمس وبالتالي اكتساب خاصية المحافظة الدائمة على التجمد الذي يحصر نسبة الأملاح العالية ويركزها داخل الكتل الجليدية [16-18].



الشكل (II-5) : مياه البحر

II-1-5 مصادر المياه على الأرض

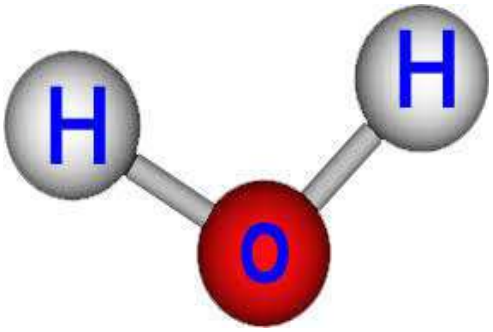
إن المصدر الرئيسي للماء هو مياه الأمطار التي تتبخر من البحار والمحيطات وتتكثف على هيئة أمطار تتناسب على هيئة قنوات وأنهار أو تتوغل تحت سطح الأرض مكونة مياه جوفية، وعملية تكوين الأمطار نتيجة تبخر مياه البحار والمحيطات تخضع لميكانيكية دقيقة تعرف بالدورة الهيدرولوجية [17،19].



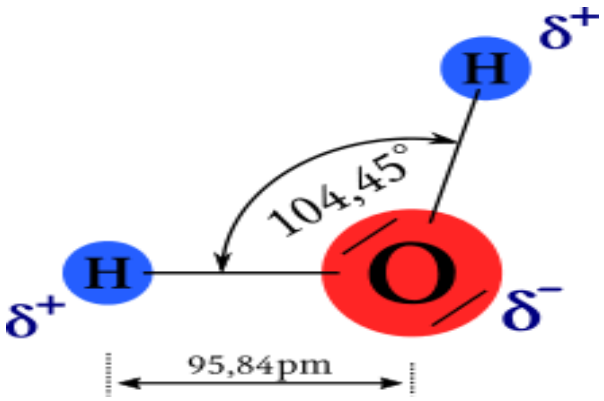
مخطط (II-1) : مصادر المياه على الأرض

II-1-6 تركيبة الماء

يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر تسمى جزيئات وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات و كل جزيء يتكون من أجسام أصغر تسمى الذرات ويحتوي جزيء الماء الواحد على ذرتين هيدروجين التي تتواجد على ثلاث أشكال $(_1^1H$، $_1^2H$ ، $_1^3H)$ ، وذرة أكسجين واحدة التي تتواجد على ثلاث أشكال ($_8^{18}O$ ، $_8^{17}O$ ، $_8^{16}O$) [16، 17، 20]، ويعتبر الهيدروجين أخف العناصر في الكون وهو غاز قابل للاشتعال أما عنصر الأكسجين فهو غاز نشط يساعد على الاشتعال، والماء النقي يحتوي بالإضافة للأكسجين والهيدروجين على مواد أخرى ذائبة ولكن بنسب صغيرة جدا [16].



شكل (II-6): البنية الفراغية لجزيء الماء



شكل (II-7): الرابطة المشتركة لجزيء الماء

II-1-7 الخصائص الفيزيائية للماء

- الماء سائل عديم اللون والرائحة.
- وزنه الجزيئي 18.05 g/mol

- زاوية التكافؤ 104.45°
- طول الرابطة O-H 0.958Å
- يغلي عند 100 °C تحت الضغط الجوي المعتاد.
- يتجمد عند 0 °C

من خصائص الماء الفريدة عند الضغط الجوي, أنه يوجد في ثلاث حالات :

✓ **الحالة الصلبة :** يكون فيها الماء على شكل جليد أو ثلج توجد هذه الحالة عندما تكون درجة حرارة الماء اقل من الصفر.

✓ **الحالة السائلة :** يكون فيها الماء سائلا شفافا وهي الحالة الأكثر شيوعا, يوجد على صورته السائلة في درجات حرارة ما بين الصفر ودرجة الغليان.

✓ **الحالة الغازية :** يكون فيها الماء على شكل بخار و يكون بدرجات حرارة مختلفة تبعا للضغط الجوي [16،17،20].

II-1-8 نوعية الماء

يمكن تقسيم المياه بالنسبة لصلاحيتها للاستخدام كالأتي :

II-1- 8-1 المياه النقية الصالحة للاستعمال البشري

وهي المياه الخالية من أي جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبها لونا أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أي تتوافر فيها خاصية النقاء، وتخلو من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة أي عدم احتوائها على شيء ضار بالصحة.

II-1-8-2 المياه غير النقية أو الملوثة تلوثا طبيعيا

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغير في اللون والطعم أو الرائحة والعكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية ذائبة أو عالقة في الماء، إلا أن هذا لا يعني تأكيد عدم صلاحية مياه الشرب.

II-1-8-3 مياه غير صالحة للاستعمال أو ملوثة

وهي المياه التي تحتوي على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه شرب [19].

II-1-9 مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها

II-1- 9-1 الخصائص الفيزيائية

- **اللون** : حيث يعزى كون الماء لا لون له إلى درجة صفائه وشفافيته [12], فالماء النقي لا لون له وشفاف, وسبب تلوث الماء هو وجود مواد عضوية وغير عضوية على شكل مذاب أو معلق إضافة إلى ذلك العمليات الصناعية التي تنتج مخلفات ومواد ذائبة أو معلقة تـؤثر في لون الماء.
- **الطعم والرائحة :** هناك علاقة وثيقة بين جانبي الذوق والشم حيث أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي إلى طعم معين ولكن هناك مواد معدنية تسبب طعما دون رائحة [16،21].
- **المواد الصلبة** : هي إحدى ملوثات الماء الرئيسية عند زيادة درجة تركيزها في الماء يصبح غير صالح للاستعمال المنزلي وقد تكون مواد سامة أو مسرطنة وهذه المواد ليس لها تركيز كيميائي معين لإنها تعتمد على طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية [16].
- **درجة الحرارة** : عامل هام لذوبان المواد الصلبة والغازات في الماء خصوصا غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون, إن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى نقصان ذوبان الغاز ومن ثم استنزافه من الماء والذي يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية [16،21].
- **العكارة**: إن الأجسام الصلبة غير قابلة للذوبان في الماء مثل حبيبات الرمل تؤدي إلى التعكر، حيث أن تعكر الماء لا يعتمد على تركيز المواد العالقة فقط بسب اختلاف طبيعة المواد العالقة من حيث شفافيتها ومعامل انكسارها [14،16،17].
- **السعة الحرارية :** تعني القدرة على اكتساب الطاقة الحرارية والاحتفاظ بها، ذلك أن الماء يتميز عن باقي السوائل بسعة حرارية كبيرة تعمل على إبطاء معدل تسخينه أو تبريده [22] بإستثناء الهيدروجين، الماء يملك أكبر سعة حرارية من بين السوائل 75.366 J/Kmol عند الدرجة 20 °C [23].
- **الكثافة:** كل السوائل تزداد كثافتها إذا بردت حتى تتحول إلى الحالة الصلبة, والماء يشذ عن هذه القاعدة, فهو عند التجمد تقل كثافته و يزداد حجمه ويطفو فوق سطح الماء كما يحدث في المحيطات المتجمدة [22].

- **التوتر السطحي:** يعني التوتر مقدرة المادة على الالتصاق والتماسك بعضها ببعض، وللماء توتر سطحي عالي جدا يبلغ $72.75 * 10^{-3}$ N/m وهي تفوق الضغط الجوي باستثناء الزئبق المياه [22].
- **اللزوجة** : خلافا لغيرها من السوائل لزوجة الماء معتدلة حيث تبلغ 1.005 mPa.s, تقل اللزوجة عند نقصان درجة الحرارة وزيادة محتوى الملح المذاب [23،17].
- **ثابت العزل الكهربائي** : تعد قيمة ثابت العزل الكهربائي للماء عالية جدا وهي نحو (80) عند الدرجة 20°C في جزيئات الماء, يملك الماء ثابت عزل كبير جدا بسبب الاختلاف الشحني بين الأكسجين والهيدروجين، الذي أكسبه الخاصية القطبية [23] والعزم القطبي للماء في الحالة الغازية μ =1.86 والحالة السائلة يكون مابين 3- μ = 2.01 [20].
- **التوصيل الكهربائي** : ضعيف لكنه غير معدوم بسبب حركة تفكك الماء فيكون 4.2 µS/cm عند الدرجة 20 °C، يزيد التوصيل مع معدل الأملاح المذابة ودرجة الحرارة [23،17]
- **التوصيل الحراري**: التوصيل الحراري للماء أكبر من جميع السوائل باستثناء الزئبق، ويبلغ $0.022\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ بالنسبة للجليد، $0.0059\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ بالنسبة للماء عند 20 °C، و $0.000231\ J\ cm^{-1}\ S^{-1}\ K^{-1}$ لبخار الماء عند 100 °C.
- **الحرارة النوعية**: الحرارة النوعية للماء 4.18 KJ/Kg عند 15 °C، تتغير مع تغير درجة الحرارة وتعرف حد أدنى عند 35 °C [23].

II-1- 9-2 الخصائص الكيميائية

تكمن أهمية هذه الخصائص في علاقتها بإذابة مواد أخرى وتحدد بإجراء فحوصات للمياه ومنها :

- **الحموضة:** تعرف الحموضة للمياه بقدرتها على أن تُبطل الطعم القلوي فيها أو هي التي تطلق أيونات هيدروجينية أثناء تفاعلات كيميائية وتدخل الحموضة للمياه عن طريق الأحماض الصناعية بالدرجة الأولى.
- **القلوية:** هي عكس الحموضة في الماء وتعرف بأنها تستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية وتقاس كلا من الحموضة والقلوية في المحاليل عن طريق المعايرة [24،16].

- **العسرة**: يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لا يرغى فيه الصابون ويُولدّ العسر رواسب معدنية على أنابيب الماء الساخن ويختلف عسر الماء من مكان لآخر نتيجة اختلاف التربة وتركيبة الصخور [16].

يعتبر الماء ذو عسرة أقل من 50 mg/l ماء يسر, والماء ذو قيم عسرة أقصاها 150 mg/l متوسط العسرة، أما الماء الذي تتجاوز فيه القيم 300 mg/l فهو ماء عسر جدا [14], ويصنف عسر الماء إلى صنفين :

1- **عسر الماء المؤقت** : سببه وجود الكربونات وبيكربونات الكالسيوم و المغنزيوم ويزول عادة بالتسخين أو إضافة الجير.

2- **عسر الماء الدائم** : سببه وجود كلوريدات و كبريتات الكالسيوم و المغنزيوم وهذا العسر لا يزول بالتسخين وإنما يتطلب عمليات كيميائية خاصة به [16].

- **قدرة الماء على إذابة المواد** : الماء مذيب جيد لكثير من المواد بل أن أغلب المواد تذوب في الماء ولكن بدرجات متفاوتة, ويرجع سبب قوة إذابة الماء للمواد الأخرى إلى أن قيمة عزم ثنائي القطب كبير للماء ولهذا أطلق عليه مذيب عام [17،13].

- **الأكسدة والاختزال** : المياه يمكن أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال.

أكسدة الماء تؤدي إلى تكون O_2

(1) $$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 4H^+ + O_{2(g)} + 4e^-$$

اختزال الماء يعطي H_2

(2) $$2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_{2(g)}$$

كما يتفاعل الماء مع الفلزات القلوية مثل الصوديوم مكونا هيدروكسيد الصوديوم مع تصاعد غاز الهيدروجين.

(3) $$2\,Na_{(s)} + 2\,H_2O_{(l)} \longrightarrow 2\,NaOH_{(l)} + H_{2(g)}$$

يتفاعل الماء مع الهالوجينات مثل الكلور مكونا ماء الكلور، وهو عبارة عن خليط من حمض الهيدروكلوريد وحمض الهيبوكلوريد.

(4) $$H_2O_{(l)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(l)} + HOCl_{(l)}$$

كذلك يتفاعل الماء مع الكربون عند إمرار البخار على الفحم المسخن في الدرجة 1000 °C وفق المعادلة التالية [13،14] :

(5) $$C_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)}$$

II-1- 9-3 الخصائص البيولوجية

تتمثل هذه الخصائص في :

- **مواد عضوية :** مصدرها في الماء من الكائنات الحية والميتة إضافة إلى مياه المجاري وممكن أن تحتوي على مواد صناعية، إن وجود كمية كبيرة من المواد العضوية في الماء هو دلالة على وجود تلوث كبير فيه وبالتالي تصبح مياه غير صالحة للشرب والاستعمال البشري.
- **كائنات دقيقة مسببة للأمراض:** تحتوي المياه الطبيعية عادة على كائنات دقيقة مسببة للأمراض والتي تصل إليها من التربة، ملوثات البكتيريا ممكن أن تصل إلى المياه عن طريق إفرازات الحيوان أو الإنسان والتي تحتوي على بكتيريا، فيروسات وطفيليات مسببة للأمراض [16].

II-1- 9-4 الخصائص البصرية

المياه شفافة للأشعة فوق البنفسجية وغير شفافة للأشعة تحت الحمراء, فإنها تمتص بشدة الأحمر والبرتقالي في المرئي الذي يوضح اللون الأزرق للماء في طبقات سميكة [17،23].

II-1-10 أسباب وحلول مشكلة قلة أو ندرة المياه

- الارتفاع المتزايد لسكان العالم.
- سوء استخدام المياه خاصة في نظم الري التي تهدر من 30% إلى 70% من المياه.
- درجة حرارة الأرض الآخذة في الارتفاع وهو ما يسمى بالاحتباس الحراري.
- التلوث.

ويقترح العلماء أن الحلول تتمحور في النقاط التالية :

- إدخال التكنولوجيا الحديثة التي قد تقلل المهدر من المياه.
- تحسين أنظمة الري.
- إبقاء فائض من المياه.
- الاتفاقيات السياسية بين الدول لا مفر منها لحل مشكلة توزيع المياه
- توعية الناس توعية سليمة بطرق الاستخدام الصحيحة للمياه؛ من خلال إنشاء جمعيات ومؤسسات ترفع هذا الشعار.
- ارتفاع استثمارات المياه من القطاع الخاص من 80 إلى ما يقارب 180 مليون دولار سنويا [19].

II-2 مياه الشرب

II-2-1 تعريفها

هي المياه التي ليس لها لون أو طعم أو رائحة والتي تحتوي على عناصر كيميائية وكائنات حية دقيقة بحيث تكون هذه العناصر محدودة ومعلومة التراكيز وهي ضرورية لبناء جسم الإنسان وضمان حياة النبات والحيوان، كما يجب أن لاتكون هذه العناصر بنسب عالية و عدم وجودها يؤدي إلى أضرار أي مياه غير صالحة للشرب [11،18].

وبتعريف آخر هي المياه الطبيعية التي تتوفر فيها المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمنظمة الصحة العالمية سواء كان مصدرها طبيعي كالمنبع، أو بعد إجراء عمليات التنقية عليها [21،25].

II-2-2 مواصفات الماء الصالح للشرب

1- أن تكون درجة تعكره أقل من 5 وحدات تعكر

2- أن تكون درجة اللون أقل من 15 وحدة لونية

3- أن تكون رائحته أقل من 3 وحدات قياسية للرائحة

4- عديم الطعم

5- أن تحتوي على كميات قليلة ومحدودة من الأملاح المعدنية (الكالسيوم، المغنزيوم، البوتاسيوم، اليود) مع خلوها من البكتيريا والفيروسات

6- أن لا تحتوي على مواد ضارة بالصحة وحتى إن وجدت يجب أن لاتتعدى حد معين مثل (المبيدات، الاسمدة، المعادن الثقيلة كالرصاص، المواد السامة مثل السيانيد)، وأي اختلال في هذه المواصفات يعتبر الماء غير صالح للشرب [19،12].

II-2-3 تلوث الماء الصالح للشرب

يقصد بتلوث المياه كل التغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تُمكن من تغيير خصائصه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وذلك بسبب نشاط الإنسان بحيث تصبح أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها سواء كانت للشرب أو الزراعة أو لإغراض أخرى [26].

وتعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في المياه وتعمل على تدني نوعية المياه وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها [27].

وحسب منظمة الصحة العالمية فهي كل تغيير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها، بحيث تصبح أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها [28].

II-2-4 أنواع التلوث

II-2-4-1 التلوث الفيزيائي

ينتج هذا النوع من التلوث من مواد عضوية أو غير عضوية عالقة بالماء والتي تؤدي إلى تغيير لون وطعم ورائحة الماء، أي تغيير في الخصائص الطبيعية [29].

II-2-4-2 التلوث الكيميائي :

هو اختلاط مواد كيميائية سامة في الماء أي وجود كميات زائدة من الأملاح المذابة والأحماض والفلوريدات والفلزات والمواد العضوية والأسمدة والمبيدات أي تغير من حيث تكوين وطبيعة وتراكيز المعادن [29،22].

II-2-4-3 التلوث الحيوي (بيولوجي)

يشمل الملوثات الحيوية كالبكتيريا المسببة للأمراض والفيروسات والطفيليات ومصدر هذه الملوثات فضلات الإنسان أو الحيوان، حيث تنتقل إلى الماء إذا إختلط بمياه الصرف الصحي أو الزراعي وتؤدي

إلى أمراض عديدة منها الكوليرا والدوسنتريا والبلهارسيا وغيرها من الأمراض...إلخ لذلك لابد من إستعمال المعقمات كالكلور للقضاء على هذه الملوثات في مياه الشرب [28،29].

II-2-4-4 التلوث الإشعاعي

يتزايد خطر هذا النوع من التلوث بفعل النشاط النووي ومحاولة التخلص من النفايات النووية، فقد تتسرب المواد المشعة إلى المسطحات المائية نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهرو ذرية، أو تنقلها إلى الإنسان فتحدث فيه تأثيرات مختلفة أهمها الأخطار التي تتعرض لها الجينات الوراثية [29،30].

II-2-4-5 التلوث الحراري

يحدث عادة عند تواجد محطات توليد الطاقة الكهربائية وكذلك طرح مياه الصرف الصناعية الحارة المستعملة من أجل التبريد في المصانع والمفاعلات الحرارية ومحطات تحلية المياه، تمتاز هذه المياه بإرتفاع درجة حرارتها على المعدل العادي, وهو مايسبب أضرار للحياة النباتية والحيوانية ومنه يتضاعف معدل التفاعلات الكيميائية مما يسبب في إبادة الأسماك والنباتات وإعاقة الحركة بالمجاري المائية.

II-2-5 مصادر تلوث الماء

- **مصادر طبيعية :** تشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، الجريان السطحي للأملاح والمواد الكيميائية.
- **مصادر زراعية :** تشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية، أسمدة كيمياوية، مبيدات، مياه الري [27،28].
- **المياه المنزلية :** هي مياه ناتجة عن الاستعمال المنزلي وهي خليط مركب من مواد عضوية ومعدنية ناتجة من مياه المطابخ والحمامات، المراحيض، المرشات وغسل الثياب ...الخ.
- **مياه الجريان :** هي عبارة على مياه الأمطار ومياه غسل الطرقات، كما أنها تحتوي على نسب كبيرة من المواد العالقة ومياه الصرف الفلاحي التي ترمى من الغابات تكون مكونة أساسا من كمية معتبرة من الاسمدة والمخصبات...[26].

- مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، أماكن إنتاج الإسمنت [27،28].

II-2-6 معايير المياه الصالحة للشرب

تخضع مياه الشرب لمعايير دولية، تحددها منظمة الصحة العالمية OMS يمكن التعرف على بعضها بواسطة الحواس (اللون، الرائحة، المذاق، المظهر) أما بقية المعايير الأخرى فهي فيزيائية وكيميائية وأخرى بيولوجية، تهدف هذه المعايير إلى حماية الإنسان من الأمراض والمواد السامة التي تنتشر عن طريقها مباشرة عند الاستهلاك أو على المدى البعيد ولضمان هذه الصلاحية يجب عدم تلوث المياه وحمايتها وإستخدام مواد مطابقة للمواصفات القياسية في معالجة المياه، والكشف عن أي خطر يهدد سلامة المياه وصحة الإنسان [12].

جدول(II-1) : المعايير الوطنية والدولية لمياه الشرب [16،31]

المعايير / المعيار	الوطنية	منظمة الصحة العالمية	الأوروبية	الكندية	الأمريكية	الروسية
اللون mg/l	15	15	20	15	15	-
العكارةNTU	5	5	4	5	1-5	-
pH	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	8.5-6.5	-
العسرة mg/l	500	500	-	-	-	-
الكلوريدmg/l	500	250	250	250	250	250
الصوديومmg/l	200	200	170-150	-	-	-
الكبريتات mg/l	400	500	250	500	250	500
الفسفورmg/l	5	-	5	-	-	-
الزنك mg/l	5	5	3-0.1	5	5	1
السيلنيوم mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-
الرصاص mg/l	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
النيكل mg/l	0.07	-	0.05	-	-	-
الزئبق mg/l	0.006	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0005
النحاس mg/l	2	1	1-0.1	1	1	1

الكروم mg/l	0.05	0.005	0.05	0.05	0.05	8(0.5)-0.1
الكادميوم mg/l	0.003	0.005	0.005	0.005	0.01	0.001
الفلورير mg/l	1.5	1.5	1.5-0.8	1.5	2	1.5
النتريت mg/l	0.1	0.5	0.1	-	-	1
النترات mg/l	50	50	50	-	-	10
المنغنيز mg/l	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05	-
الحديد mg/l	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
الباريوم mg/l	0.7	-	0.1	1	1	-
الألمنيوم mg/l	0.5	0.2	0.2	-	-	-
الامنيوم mg/l	0.5	0.2	0.5	-	-	2

II-2-7 الآثار الصحية لبعض المواد التي قد توجد بالمياه

يؤدي وجود بعض العناصر في المياه إلى آثار غير مرغوبة على صحة الإنسان، فزيادة النترات والنتريت يمكن أن تصل إلى حد الإصابة بسرطان المعدة، ويؤثر الحديد على الجهاز العصبي كما أن له طعم مر يساعد على تكوين البكتيريا.

الصوديوم يسبب تشنجات بالمخ لدى الأطفال، وله علاقة بإرتفاع ضغط الدم، أما المنغنيز فهو أقل المعادن سمية ويسبب طعم ورائحة وعكارة في المياه عند زيادته عن الحد المعين له ويؤدي كذلك إلى أضرار صحية منها ضعف النمو وعيوب في العظام و الجهاز التناسلي.

الكلوريدات تساعد على ذوبان المعادن وزيادتها تؤدي إلى عدة أعراض مرضية والعكارة تقلل من فعالية الكلور في تعقيم المياه وتساعد على نمو وتكاثر البكتيريا.

أما عنصر الفلورير فإن وجوده بتراكيز غير مرغوبة يؤدي إلى تسمم و تسوس الأسنان و ألم متقطع في العظام و المفاصل و هشاشتها [12].

II-2-8 أهم العناصر المكونة للماء حسب منظمة الصحة العالمية

II-2-8-1 العناصر الأساسية

- **الكالسيوم :** تواجده مرتبط بنوعية الصخور (جبسية أو كلسية) والتربة التي مرت بها المياه، تركيز الكالسيوم في المياه يكون بين 2-8 mg/l وقد يصل في المناطق الكلسية إلى 120، التركيز المسموح

به في مياه الشرب 200 mg/l، كما تعتبر المياه التي تراكيزها أعلى من 70 mg/l و أقل من 5 mg/l من شوارد الكالسيوم غير مناسبة لنمو وتكاثر النباتات والحيوانات المائية.

- **المغنزيوم :** يرجع وجود المغنزيوم في المياه إلى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي، حيث التركيز المسموح به حسب OMS لمياه الشرب هو 150 mg/l، أي زيادة أو نقصان يؤدي إلى تخثر الدم و بذلك يؤدي إلى حدوث جلطة و الإصابة بالأمراض المزمنة.
- **الصوديوم :** تشكل شوارد الصوديوم نسبة 2.83 % من تركيز القشرة الأرضية وتمتاز بدرجة إنحلالية عالية في الماء، لذا فهو يتواجد في جميع أنواع المياه الجوفية والسطحية والتركيز المسموح به حسب OMS هو 200 mg/l وزيادة تركيزه يؤدي إلى الإصابة بالسرطان.
- **البوتاسيوم :** يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه الطبيعية، ذلك لكونه من أهم تركيبة القشرة الأرضية فهو يمثل نسبة 2.59 % ، إلا أن نسبته في المياه السطحية أقل من نسبة الصوديوم وقد يعود ذلك إلى تخزينه في التربة والتركيز المسموح به حسب OMS هو 20 mg/l.
- **الكلوريز:** يتواجد الكلوريز في جميع أنواع المياه الطبيعية ولكن بتراكيز متفاوتة، يقدر التركيز المسموح به حسب OMS 250 mg/l وزيادة نسبة الكلور في الماء تؤدي إلى تفاعل المركبات العضوية في الماء مع الكلور مكونة مركبات أخرى.

II-2-8-2 العناصر غير المرغوب فيها

- **الحديد** : يرجع تواجد الحديد في الماء إلى انحلال المركبات الحديدية المكونة للتربة، في الشروط العادية للمياه السطحية pH يكون بين 5.5-8.5، يكون الحديد على شكل Fe^{+2} الذي يعطي المياه طعما كريها و غير مقبول، غير أن خاصيته السريعة للتأكسد فقد يتحول إلى Fe^{3+} ويترسب على شكل $Fe(OH)_3$، تواجد الحديد في المياه لا يعتبر خطر على صحة الإنسان إذا كان ضمن النسب الطبيعية والتي تقدر بـــ: 0.3 mg/l، وهو يساعد على انتقال الأكسجين في الدم [1، 21، 32].
- **المنغنيز** : تحتوي المياه الطبيعية على أملاح المنغنيز نتيجة انحلال الصخور، ومن التطور البيئي كما يعتبر المنغنيز عنصر سام للأسماك عند التركيز 1200 mg/l .

- **الفوسفات :** يعتبر الفوسفات مادة مغذية للنبات، غير أن ارتفاع نسبته إلى أكثر من 60 mg/l يؤدي إلى تغيير في بنية بعض النباتات، أما ارتفاع تركيزه في مياه الشرب يؤدي إلى حالة تقيء وإسهال عند الإنسان.

المصدر الطبيعي للفوسفات ناتج من تفكك المواد الحية و ذوبان الأملاح الفوسفاتية ومصدر صناعي يتمثل في المنظفات و الصناعات الكيميائية [32،1].

- **النترات :** من أهم مصادرها تحلل المواد العضوية ومياه الصرف الزراعي و الصحي، حيث أثبتت الأبحاث الطبية مضار النترات و خاصة عند الأطفال الرضع، فالنترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأزوتية لذلك وجودها في المياه الملوثة دليل على سير عملية التنقية الذاتية، إن مصادر النترات عديدة منها الطبيعي أو التي تنتج من عملية أكسدة البكتيريا للنفايات العضوية الأزوتية

واستهلاك مياه ذات تركيز 46 mg/l من النترات يسبب اختناق نتيجة نقص الأكسجين في الدم أي تحول النترات إلى نتريت.

- **النتريت** : تمثل شوارد النتريت مرحلة إنتقالية بين شوارد النترات والامنيوم ضمن عملية أكسدة و اختزال لهما أي ليس هناك مصدر طبيعي مباشر لشوارد النتريت، وجود النتريت في المياه السطحية بتراكيز عالية تسبب ضررا للأسماك أما تواجده في مياه الشرب يؤدي إلى انخفاض الضغط عند الكبار ونقص الأكسجين في الدم عند الأطفال الصغار [32،21،1].

II-2-8-3 العناصر السامة

- **الرصاص** : الرصاص مادة سامة بالنسبة للإنسان حيث أن استهلاك 1mg يوميا لفترة طويلة يؤدي إلى الموت المفاجئ وقد حددت OMS نسبته 0.05mg/l، تواجد الرصاص في المياه السطحية يؤدي إلى تثبيط عملية التحلل الحيوي للمركبات العضوية ومن بين أعراض التسمم بالرصاص نذكر آلام في البطن، تشنجات في الجهاز العصبي.
- **الكروم** : يتواجد الكروم في المياه السطحية نتيجة للنفايات الصناعية، وتختلف صيغ الكروم في المياه باختلاف مصدرها وقد حددت OMS نسبته في مياه الشرب 0.05 mg/l.
- **الكادميوم** : تواجد الكادميوم في المياه السطحية راجع إلى فضلات المصانع (التعدين، الأصبغة) و للكادميوم تأثير على الإنسان حيث تكفي جرعة قدرها 0.4g لقتل الإنسان لذلك حدد التركيز الأعظمي للكادميوم في مياه الشرب بـ : 0.005 mg/l [32،1].

- **السيانيد** : المياه الطبيعية خالية من السيانيد ووجوده في المياه السطحية ناتج من مياه الصرف الصناعي و من أهم الصناعات التي تطرح السيانيد صناعة الكلفنة و صناعة الغاز و البتروكيمياء وغيرها، يتشرد حمض السيانيد في الماء معطيا شوارد السيانيد وفق المعادلة التالية :

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^- \quad (6)$$

لذلك فإن صيغة السيانيد متعلقة بقيمة pH الوسط وقد حددت OMS الحد لأعظمي لتركيز السيانيد هو 0.1 mg/l.

- **النحاس :** لا يكون النحاس طبيعيا في المياه السطحية إلا بنسبة ضئيلة جدا، ولكن في مياه الصرف الصناعية تحمل كميات كبيرة من أملاح النحاس، كما أنه غير قابل للانحلال في الماء ويتميز بدور سلبي في عملية التنقية.
- **الزنك :** يشبه الزنك النحاس من حيث وجوده في المياه السطحية و مصادره و أملاحه المنحلة، حيث أن وجوده بتركيز أعلى من 5 mg/l في مياه الري يؤدي إلى تحطيم الجهاز اليخضوري للنباتات، ولكن هناك دراسات واضحة تؤكد حدود سمية الزنك في مياه الشرب وقد حددت OMS نسبته كحد أعظمي 5 mg/l.
- **الزرنيخ :** إن وجود الزرنيخ في المياه الجوفية يعود إلى البنية الجيولوجية للحوض المائي، حيث يوجد في بنية الصخور ويكون في الماء في صيغته الثلاثية و الخماسية، مياه الري تحتوي على 2mg/l من الزرنيخ حيث يسبب خلل في النظام النباتي، كما يعتبر مادة سامة للإنسان إن جرعة قدرها 100 mg تحدث حالة تسمم خطيرة و جرعة قدرها 130 mg كافية لقتل الإنسان، التركيز المسموح به حسب OMS هو 10 mg/l [1].

II-2-9 الطرق الأساسية لتنقية الماء

تتطلب معالجة المياه عادة إشراك عدد من المراحل المتتالية للتصفية من أجل الحصول على نوعية جيدة للمياه الصالحة للشرب أو الاستعمال المنزلي أو الصناعي، تعتمد تلك الطرق على أسس فيزيائية أو كيميائية أو حيوية، وتتضمن مراحل تنقية المياه السطحية إزالة المواد المعلقة والغروية كمرحلة أولى، تليها مراحل التخلص من المركبات المنحلة المعدنية أو العضوية الزائدة عن الحد المسموح به طبقا للهدف من إستعمال المياه وانطلاقا من ذلك فإن تحديد طرق المعالجة الواجب استعمالها يتوقف على عاملين هما :

- مواصفات الماء الخام المراد معالجته .
- نوعية ومواصفات الماء المطلوب بعد المعالجة.

وتتمثل أهم الأسس النظرية الأكثر شيوعا والمستعملة في تنقية المياه السطحية أو الجوفية لإنتاج مياه صالحة للشرب والصناعة عموما في :

II-2-9-1 التهوية

هناك بعض المركبات التي تعطي للماء طعما أو رائحة مثل كبريت الهيدروجين وبعض المركبات الطيارة ناتجة عن تفكك الطحالب والمركبات العضوية التي يمكن إزالتها بالتهوية ويعتمد مبدأ التهوية على وضع الماء في تماس مع الهواء يسمح بتغيير تركيز بعض المواد القابلة للتبخر أو بعض الغازات المنحلة، تستعمل عملية التهوية للتخلص من غاز كبريت الهيدروجين المنحل وغاز ثنائي أكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز الأمونيا وغيرها حيث تتعلق عملية إزالة الغازات بالتهوية بدرجة انحلال تلك الغازات في الماء وتتعلق بقانون هنري

حيث أن : C_S التركيز الاشباعي للغاز في الماء.

$$C_S = k_H \cdot P \qquad (7)$$

k_H ثابت هنري أو معامل الامتصاص.

P الضغط الجزئي للغاز في الهواء.

II-2-9-2 إزالة المواد المعلقة و الغروية

إن الشوائب الصلبة في المياه السطحية من أهم الملوثات وأكثرها انتشارا وهي تُزال في المرحلة الأولى من التنقية، ويمكن تقسيم الشوائب الصلبة المعلقة في الماء إلى نوعين هما :

- **النوع الأول :** يتضمن الجسيمات كبيرة الحجم نسبيا والتي تتوضع بسرعة في المياه الراكدة دون إضافة كواشف كيميائية، لذلك يتم التخلص منها بإجراء عملية أولية.
- **النوع الثاني :** يعرف هذا النوع بالغرويات التي تتكون من جسيمات دقيقة بطيئة الترسب، لذلك تجرى لها عملية تكتل قبل إدخالها مرحلة الترقيد والترسيب، ويقصد بعملية التكتل تجميع الجسيمات الدقيقة بفعل كيميائي أو فيزيائي وتحويلها إلى جسيمات أكبر تتمتع بزمن ترسيب مناسب مع زمن الترقيد في أحواض المعالجة.

تتمتع المواد المعلقة والغروية بخواص مشتركة أهمها :

- تخضع الجسيمات المعلقة لقانون الجاذبية الأرضية وبالتالي تترسب في أسفل الحوض المائي.
- تتمتع الجسيمات المعلقة بخاصية الإمتزاز و خاصية التبادل الشاردي.
- تتعرض الجسيمات المعلقة إلى قوى أخرى غير قوة الجاذبية الأرضية.

بعد إجراء عملية الترقيد الأولية والتخلص من المعلقات ذات الأبعاد الكبيرة والوزن المرتفع نسبيا يدخل بعدها الماء إلى حوض التكتل ثم إلى حوض الترقيد الثاني للتخلص من الجسيمات الدقيقة والغرويات المتكتلة وكذلك التخلص من الأجسام الحية والمواد الكيميائية.

- ❖ **التخثر و التكتل :** يقصد به تجميع الأجسام الصغيرة المعلقة في الوسط المائي في كتل أكبر للإسراع في عملية الترسيب.
- ❖ **الترسيب :** يشمل نوعين من الترسيب الأول يتضمن الدقائق المنفصلة عن بعضها والثاني يتضمن الدقائق المتكتلة نتيجة فعل طبيعي أو صنعي.
- ❖ **التعويم :** تحدث عملية التعويم في الظروف التي تكون فيها الكتلة الحجمية للمادة المعلقة أقل من الكتلة الحجمية للوسط السائل المحيط بها.
- ❖ **الترشيح :** تجرى عملية الترشيح عبر مرور سائل محمل بمواد صلبة على وسط مسامي (مرشح) حيث يقوم ذلك الوسط بحجز المواد الصلبة والسماح للسائل (الرشاحة) بالعبور.

II-2-9-3 إزالة المواد المنحلة في الماء

- ❖ **الفصل باستعمال الأغشية :** ويتم ذلك باستعمال :

- **الأغشية نصف النفوذة :** إن طريقة فصل المواد باستعمال الأغشية تحت تأثير الضغط معروفة لكن استثمارها صناعيا لم يبدأ إلا عندما تم تطوير الأغشية الصناعية، والمقصود بالأغشية نصف النفوذة هي الأغشية التي ينفد منها المحل (الماء) وبعض المواد المنحلة بينما تحجز خلفها القسم الأخر من المواد المنحلة والدقائق المعلقة.
- **أغشية الميز :** إن أغشية الميز لا تسمح للماء بالمرور عبرها وذلك عكس الأغشية نصف النفوذة، بينما تسمح بمرور الشوارد وذلك تحت تأثير فرق الكمون الكيميائي للمحاليل الملامسة لوجهي الغشاء كما أنها تعتبر طريقة انتقائية.

- ❖ **الإمتزاز** : هو عملية تثبيت الجزيئات أو الجذور أو الشوارد على سطح جسم ما يسمى بالجسم الماز.
- ❖ **الترسيب الكيميائي** : يستعمل في حالات خاصة منها إزالة العسرة، الحديد، المنغنيز، الفوسفات، الفلور وغيرها من العناصر التي لايمكن التخلص منها.
- ❖ **التلامس مع المبادلات الشاردية** : المبادلات الشاردية هي أجسام حُبيبية غير ذوابة في الماء والعديد من المحلات العضوية وتحمل في بنيتها جذورا حمضية أو قاعدية قابلة للتبادل مع الشوارد الموجبة أو السالبة.

II-2-9-4 التعديل

يشمل التعديل كافة المعالجات التي تجرى على المياه الخارجة من محطة المعالجة أو ضمن مرحلة معينة من المعالجة أو المياه الخام لتصبح قيمة pH قريبة من التعادل أو توافق توازن ثنائي أكسيد الكربون – كربونات، تجرى عمليات التعديل بإضافة كواشف حمضية أو قلوية.

II-2-9-5 أكسدة المياه وتعقيمها

إن المراحل التي تم ذكرها سابقا تؤدي دورا لابأس به في التخلص من الأحياء الدقيقة والبكتيريا والفيروسات.، ولكن مع ذلك يتسرب قسم كبير، لذلك فإن عملية تعقيم نهائية تكون ضرورية ليصبح الماء صالح للشرب ومن أهم الطرق المستعملة نذكر:

❖ **المعالجة بغاز الكلور ومشتقاته**

- **الكلور:** يتفاعل الكلور مع الماء مباشرة وفق المعادلات التالية

(8) $Cl_2 + 2H_2O \Longrightarrow HClO + H_3O^+ + Cl^-$

(9) $HClO + H_2O \Longrightarrow H_3O^+ + ClO^-$

(10) $2HClO \Longrightarrow 2\,H^+ + 2Cl^- + O_2$

الكلور الحر يكون في المحاليل المركزة جدا 1 g/l علما أن المحاليل تؤدي إلى تفكك سريع للكلور الحر.

- **ثنائي أكسيد الكلور:** أُستخدم ثنائي أكسيد الكلور منذ فترة طويلة في مجال معالجة المياه، ولكن ذلك الاستعمال ظل محدودا نتيجة عوامل تقنية واقتصادية أما بعد اكتشاف تأثير الكلور بتشكيل المركبات الكلورية العضوية الضارة فإن إستعمال ثنائي أكسيد الكلور في محطات معالجة مياه الشرب قد ازداد بشكل لابأس به.

❖ **المعالجة بالأوزون** : يستعمل الأوزون أساسا في معالجة المياه في محطات مياه الشرب وفي محطات معالجة مياه الصرف الصناعي، يتمثل تأثير الأوزون في المواد الملوثة على أنه مؤكسد بسرعة كبيرة لشوارد الحديد Fe^{2+} وشوارد المنغنيز Mn^{2+} كما يحطم المركبات الفينولية ويحولها إلى مركبات عضوية.

❖ **المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية :** لم ينتشر على نطاق واسع إستعمال الأشعة فوق البنفسجية في مجال معالجة المياه وبقي محدودا بتعقيم ماء الشرب فقط ومن ميزات هذه الطريقة أنها لا تحتاج إلى إضافة مواد كيميائية وبالتالي لا ينتج عنها أي طعم أو رائحة.

❖ **طرائق الأكسدة المتقدمة :**

- **الأكسدة الوسيطية :** الأكسدة الوسيطية في الوسط العضوي معروفة ومستعملة على نطاق واسع جدا في مجال الصناعات الكيميائية وصناعة النفط وفي معالجة المياه.
- **نظم الأكسدة المشتركة :**

- نظام الأكسدة H_2O_2/O_3
- نظام الأكسدة H_2O_2 /UV
- نظام الأكسدة O_3/ UV

الجدول (II-2): الميزات الايجابية والسلبيات لأنظمة الأكسدة المتقدمة [1].

الطريقة	الايجابيات	السلبيات
O_3/UV	مؤكسد قوي, توليد جذور حرة، تكوين ماء أكسجيني يؤدي إلى زيادة فعالية التعقيم.	تفاعلات محدودة بانحلالية الأوزون, أكسدة كلية غير مضمونة.
H_2O_2/Fe^{2+}	مؤكسد قوي, إزالة لون المحلول بسرعة, أكسدة كاملة للملونات العضوية.	يتطلب نسبة ثابتة من الماء الأكسجيني, إمكانية إرجاع المؤكسد محدودة.
UV/H_2O_2	مصدر مهم و مباشر لجذور الهيدروكسيل الحرة.	صعوبات في النقل والتخزين والتعامل مع الماء الأكسجيني.
H_2O_2/Cata وسط غير متجانس	مؤكسد قوي, إمتزاز على الحامل والمعدن وتفاعلات أكسدة على سطح الوسيط, إزالة نسبة عالية من الكربون العضوي الكلي.	الحاجة لعملية إزالة الشوارد المعدنية, الحاجة إلى تفاعل خاص.
O_3/Cata وسط غير متجانس	مؤكسد قوي, إمتزاز على الحامل والمعدن وتفاعلات أكسدة على سطح الوسيط, استهلاك الأوزون المنفرد.	الحاجة لعملية إزالة الشوارد المعدنية, الحاجة إلى تفاعل خاص.

II-3 خلاصة الفصل

من خلال هذا الفصل تطرقنا إلى عموميات حول المياه وتحديد مواصفات وخصائص المياه الصالحة للشرب، والتأثيرات التي قد تسببها المياه غير الصالحة للشرب على صحة الإنسان.

الفصل الثالث

الطرق والأدوات المستعملة

تمهيد

سوف نتطرق في هذا الفصل إلى التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه ADE ومصادر المياه التي تم تحليلها وكذا شروط التي تم أخذ العينة فيها لدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه.

III-1 المواد المستعملة والطرق العملية

III-1-1 التعريف بمؤسسة الجزائرية للمياه

أجريت التحاليل المخبرية بالمؤسسة العمومية " الجزائرية للمياه " بورقلة وهي مؤسسة ذات طابع تجاري وصناعي بموجب المرسوم التنفيذي رقم 1/101 المؤرخ في 21 أفريل 2001 تحت وصاية الموارد المائية حيث تتميز بكونها مستقلة ماليا وذات شخصية معنوية تخضع في علاقاتها لجميع القواعد والنظم الإدارية، فقد مرت بعدة مراحل وشهدت عدة تغيرات منذ نشأتها لعدم الاستقرار، يرجع تأسيسها إلى سنة 1955 حيث أخذت عدة تسميات وآخر اسم كان المؤسسة العمومية لتوزيع المياه المنزلية والصناعية والتطهير EDEMIAO وتقوم بإنتاج وتوزيع المياه عبر دوائر ورقلة، حاسي مسعود، تقرت الحجيرة، الطيبات، تماسين،...الخ.

✓ **من المهام الموكلة إليها**

- تنفيذ السياسة الوطنية لمياه الشرب على كامل التراب الوطني.
- تسيير عملية إنتاج مياه الشرب ونقصها وتوزيعها ومعالجتها وتخزينها وتجديد الهياكل القاعدية التابعة لها وتنميتها عبر مختلف البلديات
- مراقبة نوعية المياه الموزعة [33]

الصورة (III-1) : المؤسسة العمومية "الجزائرية للمياه" بورقلة

III-1-2 مصادر المياه التي تم تحليلها

الجدول (III-1) : مصادر المياه التي تم تحليلها

الخصائص / المصادر	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير
الموقع	بلدية الحجيرة	بلدية العالية	بلدية الحجيرة
سنة الانجاز	2013	2014	1986
سنة الاستغلال	2016	2018	1987
طبقة المياه المستغلة	الألبيان	الألبيان	الألبيان
التدفق الحالي للبئر (l/s)	200	130	110
التدفق المستغل (l/s)	180	130	110
العمق (m)	1750	1601	1895
الضغط (bar)	16	15	15
درجة الحرارة (°C)	54	52	54
الارتفاع (m)	144	192	124

المصدر: القسم الفرعي للموارد المائية لمؤسسة الجزائرية للمياه بالحجيرة [34]

بئر الحجيرة الجديد

بئر الشهداء

بئر المير

صورة (III-2) : مختلف الآبار الموجودة في المنطقة

III-1-3 شروط أخذ العينة

تعد عملية أخذ العينة جد حساسة إذ أنها يجب أن تتم بأكبر قدر من العناية فهي التي تحدد النتائج التحليلية والتفسيرات المتوقع الحصول عليها، يجب أن تكون العينة المأخوذة متجانسة ومتماثلة دون أي تعديل للخصائص الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه، لذلك يجب إتباع القواعد التالية:

- ❖ اختيار الآبار تمثل بقدر الإمكان مسحا شاملا للمنطقة
- ❖ غسل وتعقيم القارورات المراد أخذ العينة فيها على الأقل ثلاث مرات
- ❖ تعقيم فوهة الصنبور المراد أخذ العينة منه بواسطة الكحول
- ❖ عدم أخذ الماء مباشرة من البئر أي تركه مدة من دقيقة إلى دقيقتين للتخلص من الماء المحبوس في أنبوب التوصيل
- ❖ أخذ العينات في قارورات ذات حجم 1 لتر ثم ملؤها وإغلاقها بإحكام وتفادي دخول الغبار إليها
- ❖ قارورات الاختبار البكتريولوجي يجب عدم ملؤها كلية أي ترك فراغ لدخول الهواء وتسهيل عملية رج الماء قبل إجراء التحاليل.
- ❖ حفظ العينات في درجة حرارة 4°C.
- ❖ إلصاق بطاقة معلومات على كل قارورة
- ❖ تسجيل تاريخ أخذ العينة

الحملات	الحملة (1)	الحملة (2)	الحملة (3)
تاريخ أخذ العينات	21 جانفي 2018	18 مارس 2018	13 ماي 2018

- ❖ نقل القارورات إلى المخبر من أجل إجراء التحاليل [35،17]

أجريت التحاليل الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه الخاصة بمنطقة الحجيرة على مستوى مخبر الجزائرية للمياه ADE بورقلة.

ملاحظة : قمنا بإجراء الفحص الحسي للمختلف العينات لحظة الحصول عليها لأن تلك الخواص تتغير بشكل سريع أثناء نقل العينة إلى المخبر، حيث يتم تذوقها وشم رائحتها ورؤية لونها.

III-2 دراسة الخصائص الفيزيائية

III-2-1 قياس الأس الهيدروجيني

تم قياس الأس الهيدروجيني بواسطة جهاز pH من نوع (HANNA HI 255)

- ❖ **المواد والأدوات المستعملة**

جهاز pH mètre - إلكترود pH - ماء مقطر- بيشر- ماء العينات (الآبار1، 2،3).

❖ **طريقة العمل**

- تشغيل جهاز pH mètre
- غسل الإلكترود بالماء المقطر
- ضبط جهاز pH mètre
- نأخذ 100 ml في كل مرة من العينة (1، 2، 3) ونضعها داخل كأس بيشر
- ندخل إلكترود الجهاز داخل كأس بيشر
- نتركه حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز

الصورة (III-3) : جهازpH mètre

الصورة (III-4) : ماء العينات (1، 2، 3)

III-2-2 قياس الناقلية الكهربائية

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز Conductimètre من نوع (BANT)

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

جهاز قياس الناقلية - ماء مقطر- بيشر - ماء العينة (الآبار1، 2، 3)

❖ **طريقة العمل**

- نوصل القطب الخاص بقياس الناقلية بمكانه المخصص في الجهاز
- نغسل الإلكترود بالماء المقطر
- ندخل الإلكترود داخل كأس بيشر المحتوي في كل مرة على العينة (1، 2، 3)
- نقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها

الصورة (III-5) : جهاز قياس الناقلية

الصورة (III-4) : ماء العينات (1، 2، 3)

III-2-3 تقدير المواد الصلبة الذائبة TDS

تحسب المواد الصلبة الذائبة بالعلاقة التالية :

$$TDS = \frac{\text{الناقلية الكهربائية}}{2} \quad (11)$$

III-2-4 تحديد الملوحة Salinité

تحسب الملوحة بالعلاقة التالية :

$$S\% = \frac{TDS}{1000} \quad (12)$$

III-2-5 البقايا الجافة

تم تقدير البقايا الجافة بواسطة حاضنة من نوع BINDER عند 105 °C

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

حاضنة - جهاز نزع الرطوبة - كؤوس بيشر - ميزان تحليلي - ماء العينة (الآبار 1 ، 2، 3)

❖ **طريقة العمل**

- نقوم بغسل كؤوس البيشر بالماء المقطر وتجفيفها جيدا
- نزن بدقة الكؤوس و هي فارغة و نسجل الوزن
- نضع 50 ml من ماء العينة (1، 2، 3)
- وضع الكؤوس في الحاضنة 105°C لمدة 24 ساعة
- نُخرج الكؤوس من الحاضنة و نتركها تبرد

- نعيد وزن الكؤوس ونستنتج المتبقي الصلب

الصورة (III-6) : ميزان تحليلي **الصورة (III-7)** : حاضنة

III-2- 6 اختبار العكارة

تم قياس العكارة بواسطة جهاز Turbidimètre من نوع (2100N)

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

جهاز Turbidimètre - الخلية (25 ml) - ماء العينة (الآبار 1، 2، 3)

❖ **طريقة العمل**

- يتم رج العينات جيدا ثم نُملأ الخلية في كل مرة بالعينة (1، 2، 3)
- نفتح الجهاز ونضع العينة
- نقوم بالضغط على الزر RANGE
- نضغط على الزر READ بعدها ستظهر قراءة العكارة بوحدة NTU

الصورة (III-8) : جهاز قياس العكارة

III-2-7 تحديد المواد العالقة

تم قياس كمية المواد العالقة عن طريق ترشيح العينة وفق ورق الترشيح وذلك باختيار العينة التي عكارتها أكبر من 5 وحدات

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

قمع الترشيح - ورق الترشيح (GF/C) - حوجلة ذات سعة 100 ml- جهاز نزع الرطوبة Dessicateur - حاضنة Etuve - ماء مقطر - ميزان تحليلي - ماء العينة (بئر الحجيرة الجديد (1))

❖ **طريقة العمل**

- نبلل ورق الترشيح بالماء المقطر ثم نضعه داخل حاضنة في درجة حرارة 105 °C لمدة ساعتين
- نُخرج ورق الترشيح ونتركه يبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة
- نزن ورق الترشيح وهو فارغ ونسجل وزنه m_0
- نأخذ حوجلة ذات سعة 100 ml، نغسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر
- نأخذ في بيشر 100 ml من العينة (1) ثم نسكبها على ورق الترشيح (المجفف سابقا) بواسطة قمع الترشيح
- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورق الترشيح و نضعه داخل الحاضنة في درجة حرارة 105 °C لمدة ساعتين
- نُخرج ورق الترشيح من الحاضنة ونتركه يبرد داخل جهاز نزع الرطوبة
- نزن ورق الترشيح ونسجل وزنه m_1

الصورة (III-6) : ميزان تحليلي

الصورة (III-7) : حاضنة

الصورة (III-9): جهاز نزع الرطوبة

III-3 دراسة الخصائص الكيميائية

III-3-1 تحديد القلوية الدائمة TAC

❖ **الأدوات المستعملة**

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة (الآبار 1، 2، 3) - سحاحة 50 ml - إرلينة مايرl 250 - كاشف المثيل البرتقالي (M= 327.34 g/mol)- محلول حمض الكبريت المركز H_2SO_4 (M= 98.08 g/Mol * 95-97 %)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ كاشف المثيل البرتقالي: يحضر بإذابة 0.5 g من صبغة المثيل البرتقالي في 1l من الماء المقطر

✓ محلول حمض الكبريت (0.01N) **:** يحضر بوضع 0.5ml من H_2SO_4 المركز ويمدد حتى 1l من الماء المقطر مع الرج و يوضع في السحاحة للمعايرة.

✓ **الطريقة**

- نأخذ في إرلينة 100 ml من ماء العينة (1، 2، 3)
- نضيف من 2- 3 قطرات من المثيل البرتقالي للعينة
- نملأ السحاحة بمحلول H_2SO_4 (0.01 N) ونقوم بالمعايرة حتى يتغير اللون من البرتقالي إلى البرتقالي الداكن.
- نسجل حجم التكافؤ.

الصورة (III-10) : نتائج معايرة TAC

III-3-2 تحديد القلوية HCO_3^-

تحسب القلوية وفق المعادلة التالية :

$$[HCO_3^-] = 61/50\ [\ TAC\ ] \quad (13)$$

III-3-3 تحديد القلوية المؤقتة TA

يتم تقدير TA من خلال قيمة pH العينة

(14)

$$pH < 8.3 \Longrightarrow TA = 0$$
$$pH > 8.3 \Longrightarrow TA = V \ (\text{varie})$$

III-3-4 قياس العسرة TH

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة (الآبار 1،2،3) - سحاحة 50 ml - المحلول الأم – EDTA (0.01 N * 292.25 g/Mol = M) - ايريوكروم الأسود (Noir eriochrome) (M= 464.38g/Mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل :**

✓ تحضير المحلول الأم : يحضر بإذابة 67.5 g من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl (pH = 10.1) في 2 لتر من الماء المقطر ويضاف له 570 ml من هيدروكسيد الأمونيوم (%25) NH_4OH

✓ تحضير محلول EDTA : يحضر بوزن 3.72g من EDTA المجفف بواسطة حاضنة عند 105°C و يذاب في 1l من الماء المقطر.

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 10 ml من ماء العينة (1،2،3) ونضيف لها 40 ml من الماء المقطر
- نضيف 3 قطرات من كاشف Noir eriochrome فيصبح لونه رمادي
- نضيف 4 ml من المحلول الأم فيصبح لونه بنفسجي
- نعاير بواسطة محلول EDTA (0.01 N) حتى يتغير اللون من البنفسجي إلى أزرق ملكي
- نسجل حجم التكافؤ.

الصورة (III-11) : نتائج العسرة

III-3-5 قياس تركيز الكالسيوم

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة - سحاحة 50 ml - هيدروكسيد الصوديوم NaOH (M= 40g/Mol * 99%) - محلول EDTA (0.01N) - دليل الميروكسيد (M= 294.19g/Mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم 2N : يحضر بإذابة 80 g في 1l من الماء المقطر.

✓ محلول EDTA محضر سابقا

✓ دليل الميروكسيد: يحضر من 0.25 من الميروكسيد و 50g من كلورير الصوديوم وتخلط في هاون حتى يصبح متجانس بلون وردي

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 10 ml من ماء العينة (الآبار 1، 2، 3)
- نضيف 40 ml من الماء المقطر
- نضيف 0.5g من دليل الميروكسيد المحضر
- نضيف 2ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم
- نملأ السحاحة بمحلول EDTA ونقوم بالمعايرة حتى ظهور اللون البنفسجي
- نسجل حجم التكافؤ.

الصورة (III-12) : نتائج معايرة الكالسيوم

III-3-6 تعيين تركيز المغنزيوم

تحسب كمية المغنزيوم من الفرق بين تركيز العسرة والكالسيوم وفق المعادلة التالية :

$$[Mg^{2+}] = TH - [Ca^{2+}] \quad (15)$$

III-3-7 تحديد تركيز الكلورير

يتم التحديد بواسطة المعايرة الحجمية باستخدام الأدوات والمواد التالية : ماء العينة (الآبار 1،2،3) - سحاحة 100 ml - إرلينة ماير ذات سعة 250 ml - نترات الفضة $AgNO_3$ (0.028N * 169.87g/Mol) - كاشف كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 (10%)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير نترات الفضة : يحضر بإذابة 4.7563g من المادة النقية في 1l من الماء المقطر ويحفظ في زجاجة عاتمة.

✓ تحضير كاشف كرومات البوتاسيوم: يحضر بإذابة 5g من كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر وإضافة قطرات من نترات الفضة حتى يظهر راسب أحمر ويترك المحلول لمدة لا تقل عن 12 ساعة, يُرشح المحلول و يأخذ الراشح و يكمل حتى 100 ml بالماء المقطر

✓ **الطريقة**

- نضع في بيشر 25ml في كل مرة من ماء العينة (1،2،3) ونكمل لغاية 100 ml من الماء المقطر
- نضيف 1ml من كرومات البوتاسيوم لكل عينة
- نملأ السحاحة بمحلول نترات الفضة 0.028N
- نقوم بعملية المعايرة في كل مرة إلى غاية تغير اللون من الأصفر إلى الأحمر الآجوري
- نسجل حجم التكافؤ

الصورة (III-13) : نتائج معايرة الكلورير

III-3-8 تحديد تركيز الصوديوم

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

ماء العينة (الآبار1، 2، 3) - جهاز الامتصاص الذري بالشعلة Photomètre de flamme من نوع Sherwood 410 - محاليل عيارية - بيشر.

❖ **طريقة العمل**

- قمنا بإنشاء المنحنى الشاهد العياري وذلك بأخذ تراكيز معينة (0، 2، 4، 6، 8، 10) وقياس كثافتها الضوئية وترجمتها إلى منحنى شاهد
- نضبط الجهاز من حيث لون اللهب حتى يصبح أزرق وذلك بتحريك الزر Fiul
- نضع في بيشر كمية من الماء المقطر ونغمس بداخله الأنبوبة الشعرية الخاصة بالجهاز
- نضبط الجهاز عند الرمز Na^+
- نشغل المضخة قصد سحب الماء المقطر ورشه على اللهب
- نضبط الجهاز حتى القراءة 0 بواسطة الزر Blank
- نحضر المحاليل ونقوم بإدخالها من أعلى تركيز
- نقوم بأخذ القراءة عند ثباتها وهكذا من محلول لآخر
- بين كل محلول نقوم بتنظيف الأنبوبة الشعرية من بقايا المحلول وإعادة تصفير الجهاز.
- ندون النتائج ونرسم المنحنى البياني
- نأخذ 1ml من العينة (1، 2، 3) ونمددها في 100 ml من الماء المقطر
- نغمس الأنبوبة الشعرية في بيشر ونشغل المضخة
- نأخذ القراءة وندون النتائج.

الصورة (III-14) : جهاز الامتصاص الذري بالشعلة

III-3-9 تحديد تركيز البوتاسيوم

نتبع نفس الخطوات التي حدد بها تركيز الصوديوم فقط نغير التراكيز (0، 20، 40، 60، 80، 100) وعدم تمديد ماء العينة (نضع 5ml من ماء العينة في البيشر)

III-3-10 تحديد تركيز الكبريتات

يتم تحديد تركيز الكبريتات بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800)

❖ **المواد والأدوات المستعملة**

ماء العينة (الآبار 1، 2، 3) - كلورير الباريوم (M=208.23g/Mol) - محلول مثبت (Stabilisant) - الخلية - بيشر -غليسيرول (Glycérol) (M=92.03g/Mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير محلول $BaCl_2$: نقوم بمزج 150 g كلورير الباريوم - 5 ml حمض كلورو هيدريك ونكمل إلى غاية 1l من ماء مقطر

✓ تحضير محلول مثبت : نقوم بمزج 60 ml من حمض كلورو هيدريك المركز (Acide chlorohydrique) - 200 ml إيثانول (Ethanol) – 150 g من كلورير الصوديوم - 100 ml من غليسيرول (Glycérol) – و نكمل إلى غاية 1l من الماء المقطر

✓ **الطريقة**

- نضع في بيشر 100 ml من الماء المقطر (Blanc)
- نضع في بيشر 20 ml من العينات (1، 2، 3) ونكمل حتى 100 ml من الماء المقطر
- نضيف 5 ml من محلول المثبت
- نضيف 2 ml من محلول كلورير الباريوم
- نضع 10 ml من المحلول في الخلية ونضعها في الجهاز (Spectrophotomètre UV Visible)
- نقرأ العينة الأولى (الشاهد) ثم نقرأ العينات (1، 2، 3) ونسجل القيم بوحدة (mg/l)

الصورة (III-15) : نتائج تركيز الكبريتات

III-3-11 تحديد تركيز الحديد

يتم تقدير تركيز الحديد بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800)

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينات (الآبار 1، 2، 3)- ماء مقطر- إرلينة عاتمة اللون - محلول موقي acétate - فينا نترولين (Phénanthroline) (M=180.21g/Mol) - كلورهيدرات هيدروكسيل أمين (Chlorhydrate d' hydroxylamine) (M=69.48g/Mol)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير كلورهيدرات هيدروكسيل أمين (Chlorhydrate d' hydroxylamine) : نأخذ 10 g من كلورهيدرات الهيدروكسيل أمين ونضعها في 100 ml من الماء المقطر.

✓ تحضير المحلول الموقي (Tampon d'acétate d'ammonium, pH=4.5): نأخذ 40 g من أسيتات الأمونيوم و5 ml من حمض الخل ونضعهما في 50 ml من الماء المقطر.

✓ تحضير فينا نترولين : نأخذ 0.42 g من فينا نترولين وبعض قطرات من حمض كلورو هيدريك ونضعها في 100 ml من الماء المقطر.

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 40 ml من ماء مقطر كشاهد (Blanc)
- نأخذ في بيشر 40 ml من ماء العينات (1، 2، 3)
- نضيف 2 ml من فينا نترولين لكل عينة
- نضيف 1 ml من كلوروهيدرات هيدروكسيل أمين ونترك المحلول لمدة 15 دقيقة

- نحدد على الجهاز العنصر المراد قراءته ثم نضع العينة في الجهاز ونقرأ

الصورة (III-16) : نتائج تركيز الحديد

III-3-12 تحديد تركيز الامنيوم

يتم تقدير تركيز الامنيوم بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800)

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينات (الآبار 1، 2 ،3)- ماء مقطر - متفاعل 1 - متفاعل 2

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير المتفاعل (1) : نقوم بمزج 2 g من حمض ثنائي كلوروسيانيك 97% (Acide dichlorocyanique) - 32 g من NaOH ونكمل إلى غاية 1 l من الماء المقطر.

✓ تحضير المتفاعل (2) : نقوم بمزج 130 g من ساليسيلات الصوديوم (Salicylate de soduim) (160.)- 13 g نيتروبروسيات الصوديوم (Nitropruciate de soduim) (261.918) – 130 g من ثلاثي سيترات الصوديوم (Tricitrate de Soduim) (258.07g/Mol) ونكمل إلى غاية 1l من الماء المقطر

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 40 ml من ماء مقطر كشاهد (Blanc) في حوجلة
- نأخذ في بيشر 40 ml من ماء العينة (1، 2، 3) في حوجلة
- نضيف 4 ml من المتفاعل الأول لكل عينة
- نضيف 4 ml من المتفاعل الثاني لكل عينة

- نترك المحلول لمدة ساعة ونصف ونقرأ بواسطة الجهاز حيث نختار الأيقونة الخاصة بقراءة تركيز الامنيوم (NH_4^+)

الصورة (III-17) : نتائج تركيز الامنيوم

III-3-13 تحديد تركيز النتريت

يتم تقدير تركيز النتريت بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من النوع (DR2800)

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينة (الآبار1، 2، 3) - ماء مقطر – دليل تام

✓ **تحضير المحاليل**

- تحضير دليل تام : نقوم بمزج 25 ml من حمض الفوسفوريك (Acide phosphorique) (98g/Mol) - 10 g من سيلفانيل أميد (Sulfanilamide) - 0.5g N-1-Naphthylethéléne - ونكمل إلى غاية 250 ml من الماء مقطر

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 40 ml من الماء المقطر كشاهد
- نأخذ في بيشر 40 ml من ماء العينة (1، 2، 3)
- نضيف 1 ml من الدليل التام لكل عينة ونتركه لمدة 10 دقائق
- نقرأ بواسطة الجهاز ونختار الأيقونة الخاصة بالنتريت

الصورة (III-18) : نتائج تركيز النتريت

III-3-14 تحديد تركيز النترات

يتم تقدير تركيز النترات بواسطة جهاز Spectrophotomètre UV Visible من نوع (DR2800)

❖ **الأدوات المستعملة**

ماء العينة (1، 2، 3) - ماء مقطر- هيدروكسيد الصوديوم (30%) - ساليسيلات الصوديوم - طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم (Tartrate double Na^+ ,K^+) (282.23g/Mol) - H_2SO_4 المركز (98%)

❖ **طريقة العمل**

✓ **تحضير المحاليل**

✓ تحضير NaOH : نزن 3 g من NaOH ونضعها في 100 ml من الماء المقطر

✓ تحضير ساليسيلات الصوديوم: نزن 0.5g من ساليسيلات الصوديوم ونضعها في 100 ml من الماء المقطر

✓ تحضير طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم: نزن منها 15 g ونضعها في 250ml من الماء المقطر و 100 g من هيدروكسيد الصوديوم

✓ **الطريقة**

- نأخذ في بيشر 10 ml من الماء المقطر كشاهد
- نأخذ في بيشر 10 ml من ماء العينة
- نضيف 1 ml من محلول ساليسيلات الصوديوم لكل عينة
- نضيف 3 قطرات من NaOH لكل عينة
- نترك العينات تجف في حاضنة عند 90°C

- نُخرج العينات من الحاضنة ونضيف لها 2 ml من H_2SO_4 المركز ونتركها لمدة 10 دقائق
- نضيف 15 ml من الماء المقطر لكل عينة
- نضيف 15 ml من محلول طرطرات ثنائي الصوديوم بوتاسيوم لكل عينة
- نقرأ في الجهاز ونختار الأيقونة الخاصة بالنترات.

الصورة (III-19): نتائج تركيز النترات

❖ **التوازن الشاردي :**

بعد معايرة المياه وفق الطرق السابقة الذكر، يجب تحديد دقة التحاليل وذلك بحساب التوازن الشاردي للتأكد من النتائج المتحصل عليها

$$Ba = \frac{\left|\sum x^- - \sum x^+\right|}{\left|\sum x^- + \sum x^+\right|} * 100 \leq 5 \quad (16)$$

X^-	تركيز الشوارد السالبة بوحدة (mg.eq)
X^+	تركيز الشوارد الموجبة بوحدة (mg.eq)

III- 4 الخصائص البكتريولوجية

تعداد البكتيريا (Coliformes Totaux et Fécaux. Streptocoques Fécaux) على التوالي في وسط صلب

- بكتيريا القولون الكلية Coliformes Totaux
- بكتيريا القولون البرازية Coliformes Fécaux
- البكتيريا السباحية البرازية Streptocoques Fécaux

❖ **الأدوات والأجهزة المستعملة**

قارورات معقمة - مبردة - ماصة باستور- حمام مائي - موقد بنزن - Boite Pétri - ورق الترشيح من النوع (GF/C) ذات مسامية 0.45µm - حاضنة (37-48 °C) - جهاز الترشيح تحت الضغط (Rampe de filtration).

✓ **البيئات المستعملة**

❖ بيئة جيلوز الترجيتول (Gélose Tergitole) يتم تحضيرها بإضافة متفاعلين :

- متفاعل TTC Tergitol 20 قطرة
- متفاعل TTC Tergitol 7 20 قطرة

تستعمل للكشف الاحتمالي عن بكتيريا القولون الكلية والبرازية

❖ بيئة جيلوز (Gélose Slantez) يتم تحضيرها بإضافة متفاعل 1 :

- متفاعل TTC SLANETZ 20 قطرة

تستعمل للكشف الاحتمالي عن البكتيريا السباحية البرازية

✓ **تعداد البكتيريا**

يتم تعداد الخلايا حسب الهدف الذي نرمي إليه ونختار الأوساط الغذائية حسب الخلايا المراد تعدادها, يوجد طريقتين لذلك (الطريقة السائلة و الطريقة الصلبة) وفي عملنا هذا استعملنا الطريقة الصلبة حيث تعتمد على اختبارين : الوجودي يتم بترشيح كمية من الماء من خلال أغشية خاصة (الأقماع) والراسب المتبقي يتم وضعه في وسط مغذي نوعي للكشف عن البكتيريا, الاختبار التأكيدي غالبا يعتمد على الخصائص الحيوية (البيوكيميائية) وعلى تشكل حلقات كما تتميز هذه الطريقة بالحصول على نتائج مدة 48 ساعة وفحص كميات كبيرة [17،21].

III-4-1 اختبار الكشف عن عدد بكتيريا القولون الكلية والبرازية

Recherche et dénombrement de coliformes totaux et fécaux

تنتمي هذه البكتيريا إلى عائلة Entera bactericeae عصوية صغيرة سالبة لصبغة الغرام (-) غير متجرثمة, أكسيداز سالب (-) هوائية أو لا هوائية اختياريا وجودها يدل على تلوث من أصل برازي, تتميز بسرعة تخمرها لسكر اللاكتوز والمانتول مع إنتاج غاز وحمض خلال (24 – 48 ساعة).

❖ **طريقة العمل**

البحث عن بكتيريا Coliformes يتم على مرحلتين :

1- **المرحلة الأولى :** الاختبار الوجودي Test présomptif

- نجهز مضخة الترشيح ذلك بتعقيمها بواسطة موقد بنزن
- نبرد مضخة الترشيح بسكب الماء المقطر أو قليل من ماء العينة لعدم قتل البكتيريا
- نقوم بتعقيم فوهات قارورات العينة (1، 2، 3) بموقد بنزن
- نحضر ورق الترشيح ونضعها في المكان المخصص لها في وحدة الترشيح
- نأخذ 100 ml من العينة ونضعها في الوعاء (القمع) الخاص بوحدة الترشيح ونقوم بالترشيح
- نفتح المضخة لجذب الماء الموجود في القمع
- بواسطة ماسك معقم نأخذ ورق الترشيح ونضعه في Boite Pétri تحتوي على جيلوز تارجيتول
- نضع Boite Pétri في الحاضنة 37 °C لمدة 48 ساعة

2- **المرحلة الثانية :** الاختبار التأكيدي Test confirmatif

- يعتمد هذا التشخيص على بيئتي Schubert و VBL المحتويتان على ناقوس درهام (Cloche positif)
- بواسطة ماصة باستور معقمة، نأخذ المستعمرات البكتيرية
- نضع المستعمرات في بيئة VBL لونها أخضر للكشف وعد بكتيريا القولون الكلية
- نضع المستعمرات في بيئة Schubert لونها أصفر للكشف وعد بكتيريا القولون البرازية
- نضع بيئة VBL في حاضنة 34 °C لمدة 24 ساعة
- نضع بيئة Schubert في حاضنة 44 °C لمدة 24 ساعة

✓ **القراءة :**

- تكون النتيجة موجبة في بيئة VBL عند ملاحظة تعكر ميكروبي و انطلاق غاز في ناقوس درهام.
- تكون النتيجة موجبة في بيئة Schubert عند ملاحظة تعكر ميكروبي وانطلاق غاز في ناقوس درهام وفي هذه الحالة نضيف 3 قطرات من كاشف Kovacs، عند ظهور حلقة حمراء كرزية في أعلى الأنبوب نقول في النهاية أن النتيجة موجبة.

III-4-2 اختبار الكشف عن عدد البكتيريا السباحية البرازية Streptocoques fécaux

البكتيريا السباحية ليس لها عموما قدرة على إحداث المرض, تعتبر شاهد على تلوث برازي, تتواجد في المعي الغليظ للإنسان والحيوان وفي مياه المجاري و المخلفات الصلبة ومن أنواعها البكتيريا السباحية البرازية Streptocoques Fécaux

❖ **طريقة العمل**

البحث عن بكتيريا Streptocoques يتم على مرحلتين :

1- **المرحلة الأولى :** الاختبار الوجودي Test présomptif

- نجهز مضخة الترشيح وذلك بتعقيمها بواسطة موقد بنزن
- نبرد مضخة الترشيح بسكب الماء المقطر أو قليل من ماء العينة لعدم قتل البكتيريا
- نقوم بتعقيم فوهات قارورات العينة (1، 2، 3) بموقد بنزن
- نحضر ورق الترشيح ونضعها في المكان المخصص لها في وحدة الترشيح
- نأخذ 100 ml من العينة ونضعها في الوعاء (القمع) الخاص بوحدة الترشيح ونقوم بالترشيح
- نفتح المضخة لجذب الماء الموجود في القمع
- بواسطة ماسك معقم نأخذ ورق الترشيح ونضعها في Boit Petrie تحتوي على جيلوز Slantez
- نضع Boit Petrie في حاضنة 37 °C لمدة 48 ساعة

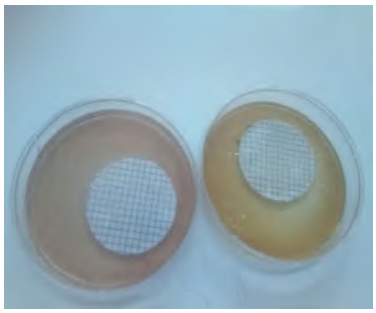
2- **المرحلة الثانية :** الاختبار التأكيدي Test confirmatif

يعتمد هدا التشخيص على جيلوز BEA للكشف وعد البكتيريا السباحية البرازية

- نذيب جيلوز BEA بواسطة حمام مائي في درجة حرارة 100 °C
- نضع جيلوز BEA في Boite pétri التي تحتوي على المستعمرات البكتيرية
- نضع Boite pétri في حاضنة 44 °C لمدة 2 ساعة

✓ **القراءة :**

ظهور حلقة سوداء دليل على وجود البكتيريا السباحية .البرازية (Fécaux)



الصورة (III-20) : الكشف عن بكتيريا القولون و البكتيريا السباحية

III-5 خلاصة الفصل

حاولنا في هذا الفصل إعطاء نظرة شاملة عن شروط أخذ العينة من آبار منطقة الدراسة وتحديد الطريقة المتبعة والأدوات المستعملة لدراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية للمياه.

الفصل الرابع

النتائج ومناقشتها

تمهيد

في هذا الفصل سنتطرق إلى نتائج التحاليل المخبرية (الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية) التي أجريت على مياه منطقة الحجيرة ومناقشة هذه النتائج من خلال مقارنة مختلف الحملات والآبار بالمعايير العالمية والوطنية.

ملاحظة : بالنسبة لنتائج الفحص الحسي كانت كالتالي :

الذوق : طعم مر ومالح.

الرائحة : رائحة الصدأ في بئري الحجيرة الجديد والشهداء.

اللون : اصفرار في لون الماء في بئري الحجيرة الجديد والشهداء.

IV-1 الخصائص الفيزيائية

IV-1-1 نتائج الأس الهيدروجيني

الجدول (IV-1) : نتائج الأس الهيدروجيني pH

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	7.5	7.6	7.09	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5
الحملة (2)	7.07	7.31	7.88		
الحملة (3)	7.38	7.52	6.86		
المتوسط	7.31	7.47	7.27		

❖ **قراءة النتائج**

يقاس الأس الهيدروجيني لمعرفة قاعدية وحمضية المياه، حيث بينت نتائج الجدول أعلاه أن القيم المتوسطة للأس الهيدروجيني مقبولة فهي توافق المعايير العالمية والوطنية

IV-1-2 نتائج الناقلية الكهربائية

الجدول (IV-2) : نتائج الناقلية الكهربائية (µS/ cm)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	2900	2590	2700	/	2800
الحملة (2)	2820	2940	3190		
الحملة (3)	3450	3080	3400		
المتوسط	3056.66	2870	3096.66		

❖ **قراءة النتائج**

تعود الناقلية الكهربائية لارتفاع نسبة الملوحة بسبب فعل طبيعي حيث تزيد مع زيادة درجة الحرارة والمواد الصلبة الذائبة و من خلال نتائج الجدول أعلاه والذي يمثل متوسط قيم الناقلية الكهربائية مقارنة بالمعايير الوطنية: نجد أن بئر الشهداء (2870 µS/ cm) أفضل من بئر الحجيرة الجديد وبئر المير اللذان يفوقان المعايير الوطنية (3056.66 µS/ Cm، 3096.66)، كما نلاحظ بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد أن الحملة (2) هي الأفضل (2820 µS/ cm) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (2590 µS/ cm) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (2700 µS/ cm) من بين الحملات مقارنة بالمعايير الوطنية.

IV-1- 3 نتائج المواد الصلبة الذائبة

الجدول (IV- 3) : نتائج المواد الصلبة الذائبة (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	1450	1295	1350	/	**1400**
الحملة (2)	1410	1470	1595		
الحملة (3)	1725	1540	1700		
المتوسط	1528.33	1435	1548.33		

❖ **قراءة النتائج**

يعود ارتفاع المواد الصلبة الذائبة إلى انحلال بعض أنواع الصخور من خلال تلامسها مع المياه ويوضح الجدول أعلاه متوسط قيم TDS مقارنة بالمعايير الوطنية حيث نجد أن بئر الشهداء (1435 mg/l) أفضل من بئر الحجيرة الجديد وبئر المير اللذان يفوقان المعايير الوطنية بمعدل أقل، كما نلاحظ بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد أن الحملة (2) هي الأفضل (1410 mg/l) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (1295 mg/l) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (1350 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير الوطنية.

IV-1-4 نتائج الملوحة

الجدول (IV- 4) : نتائج الملوحة (%)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	1.45	1.29	1.35	/	**1.4**
الحملة (2)	1.41	1.47	1.59		
الحملة (3)	1.72	1.54	1.7		
المتوسط	1.52	1.43	1.54		

❖ **قراءة النتائج**

يعود ارتفاع الملوحة إلى انحلال بعض أنواع الصخور من خلال تلامسها مع المياه ومن خلال نتائج الجدول أعلاه: نلاحظ أن متوسط قيم الملوحة مقارنة بالمعايير الوطنية في بئر الشهداء (1.43%) أفضل من بئري الحجيرة الجديد والمير (1.52، 1.54%) كما نلاحظ بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (2) هي الأفضل (1.41%) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (1.29%) من بين مختلف الحملات بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (1.35%) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير الوطنية.

IV-1-5 نتائج البقايا الجافة

✓ **طريقة الحساب**

$$RS = \frac{m_1 - m_0}{v} \quad (17)$$

RS : البقايا الجافة (mg/l)

M_1 : وزن الكأس بعد الاستعمال بـ (g)

M_2 : وزن الكأس وهو فارغ بـ (g)

V : حجم العينة بـ (l)

الجدول (IV-5): نتائج البقايا الجافة (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	2872	2318	2060	2000	2000
الحملة (2)	1188	1078	1110		
الحملة (3)	1144	1218	1176		
المتوسط	1734.66	1538	1448.66		

❖ **قراءة النتائج**

يقصد بالبقايا الجافة وجود مواد محللة كالأملاح في المياه والتي تغير من الخصائص الفيزيائية والكيميائية، ومن خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم البقايا الجافة مطابقة للمعايير العالمية و الوطنية وبئر المير (1448.66 mg/l) هو الأفضل من بئري الحجيرة الجديد والشهداء، كما نلاحظ بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد أن الحملة (3) هي الأفضل (1144 mg/l) والحملة (1) (2872 mg/l) تفوق المعايير المسموح بها. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (2) هي الأفضل (1078 mg/l) بينما الحملة (1) (2318 mg/l) تفوق المعايير. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (2) هي الأفضل (1110 mg/l) في حين الحملة (1) (2060 mg/l) تفوق المعايير العالمية والوطنية.

IV-1- 6 نتائج العكارة

الجدول (IV-6) : نتائج العكارة (NTU)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	5.92	4.71	0.22	5	5
الحملة (2)	6.76	3.11	0.32		
الحملة (3)	13.9	2.39	0.34		
المتوسط	8.86	3.40	0.29		

❖ **قراءة النتائج**

يقصد بالعكارة وجود مواد معلقة دقيقة جدا مثل حبيبات الرمل و السيليس حيث تعمل على التقليل من فعالية الكلور ومن خلال نتائج الجدول أعلاه : نلاحظ أن متوسط قيم العكارة مقارنة بالمعايير

العالمية والوطنية وكذا الحملات الثلاث لبئري الشهداء و المير مطابقة للمعايير العالمية والوطنية باستثناء بئر الحجيرة الجديد الذي كانت قيم العكارة فيه أعلى من الحد المسموح به عالميا ووطنيا

IV-1- 7 نتائج المواد العالقة

✓ **طريقة الحساب:**

$$MES = \frac{m_1 - m_0}{v} \quad (18)$$

MES : تركيز المواد العالقة (mg/l)

m_1 : وزن ورق الترشيح بعد الاستعمال (g)

m_0 : وزن ورق الترشيح وهو فارغ (g)

V : حجم العينة (l)

الجدول (IV-7) : نتائج المواد العالقة (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	59.1	/	/	/	/
الحملة (2)	65.58	/	/		
الحملة (3)	60.57	/	/		
المتوسط	61.75	/	/		

ملاحظة : لم يتم تحديد المواد العالقة لبئري الشهداء و المير لأن العكارة أقل من 5 NTU.

❖ **قراءة النتائج**

نقصد بالمواد العالقة هي المواد الصلبة الصغيرة المنحلة التي تغير من الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و من خلال نتائج الجدول أعلاه لقيم المواد العالقة لحملات بئر الحجيرة الجديد نجد أن الحملة (1) هي الأفضل (59.1 mg/l) من بين مختلف الحملات.

IV-2- الخصائص الكيميائية

IV-2-1 نتائج القلوية الدائمة TAC

✓ **طريقة الحساب**

$$[TAC] = V_e - V_B * 10 / V_T * D \quad (19)$$

التمديد D	الحجم المعاير V_T(ml)	الحجم الشاهد V_B(ml)	متوسط حجم التكافؤ V_e(ml)		
			3	2	1
4	10.5	0.9	4.56	3.7	3.76

الجدول (IV-8) : نتائج TAC (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	83.6	60.80	144.40	/	/
الحملة (2)	121.6	129.2	136.8		
الحملة (3)	121.6	129.2	136.8		
المتوسط	108.93	106.4	139.33		

❖ **قراءة النتائج**

تنتج القلوية الدائمة من تفاعل الكربونات والكربونات الحامضية وشوارد الهيدروكسيل و من خلال نتائج الجدول أعلاه : نلاحظ أن متوسط قيم TAC مقارنة بين مختلف الآبار نجد أن بئر الشهداء (106.4 mg/l) أفضل من بئري الحجيرة الجديد و المير. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (1) هي الأفضل (83.6 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء الحملة (1) هي الأفضل (60.80 mg/l) من بين مختلف الحملات، بالنسبة لحملات بئر المير، الحملتين (2 و3) هما الأفضل (136.8 mg/l) مقارنة بالحملة (1).

IV-2-2 نتائج القلوية

✓ **طريقة الحساب**

$$[HCO_3^-] = 61/50 * [TAC] \quad (20)$$

الجدول (IV-9) : نتائج تركيز القلوية (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	102	74.17	176.16	/	/
الحملة (2)	148.35	157.62	166.90		
الحملة (3)	148.35	157.62	166.90		
المتوسط	132.9	129.8	169.98		

❖ **قراءة النتائج**

تنتج القلوية من تفاعل كل من غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب في المياه مع صخور جيرية مكونة أساسا من كربونات الكالسيوم و من خلال نتائج الجدول أعلاه، نلاحظ أن متوسط تركيز القلوية مقارنة بين مختلف الآبار: بئر الشهداء (129.8 mg/l) أفضل من بئر الحجيرة الجديد وبئر المير، بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (1) هي الأفضل (102 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (74.17 mg/l) من بين مختلف الحملات أما بالنسبة لحملات بئر المير الحملتين (2 و3) هما الأفضل (166.9 mg/l) مقارنة بالحملة (1).

IV-2-3 نتائج القلوية المؤقتة TA

❖ **قراءة النتائج**

تنتج القلوية المؤقتة من تفاعل شوارد الهيدروكسيل ونصف الكربونات ومن خلال قياس قيمة الأس الهيدروجيني للعينات (1، 2، 3) خلال مختلف الحملات للآبار نستنتج أن TA = 0 (pH< 8.3)

الآبار	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير
متوسط قيمة pH	7.31	7.47	7.27

IV-2-4 نتائج العسرة

✓ **طريقة الحساب**

(21)
$$TH = \frac{C_2.V_2}{V_1} = \frac{C_{EDTA}.V_{EDTA}}{P_E} * M_{CaCO_3} * D * 1000$$

التمديد D	M_{CACO_3} (g/mol)كتلة مولية	P_E (ml)حجم العينة	C_{EDTA} (N)تركيز	V_{EDTA} (ml) حجم		
				3	2	1
5	100	50	0.01	8.8	8.06	8.43

الجدول (IV-10) : نتائج TH (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	930	820	990	**500**	**500**
الحملة (2)	700	840	850		
الحملة (3)	900	760	800		
المتوسط	843.33	806.66	880		

❖ **قراءة النتائج**

تصنف العسرة إلى نوعين :

العسرة المؤقتة : سببها وجود الكربونات وبيكربونات الكالسيوم و المغنزيوم وتزول عادة بالتسخين

العسرة الدائمة : سببها وجود الكلوريدات وكبريتات الكالسيوم و المغنزيوم وهذه العسرة لا تزول بالتسخين. من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم TH مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية فاقت الحد المسموح به بكثير وسجل بئر الشهداء (806.66 mg/l) أفضل قيمة متوسطة من بئر الحجيرة الجديد و بئر المير. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (2) هي الأفضل (700 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (3) هي الأفضل (760 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (3) هي الأفضل (800 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية.

IV-2-5 نتائج الكالسيوم

✓ **طريقة الحساب**

(22)
$$[Ca^{2+}] = \frac{C_2.V_2}{V_1} = \frac{C_{EDTA}.V_{EDTA}}{P_E} * M_{Ca^{2+}} * D * 1000$$

التمديد D	الكتلة المولية $M_{Ca^{+2}}$(g/mol)	حجم العينة P_E (ml)	التركيز C_{EDTA} (N)	متوسط الحجم V_{EDTA} (ml)		
				3	2	1
5	40.08	50	0.01	5.33	5.23	4.4

الجدول (IV-11) : نتائج الكالسيوم (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	204.40	236.47	232.46	**200**	**200**
الحملة (2)	124.25	180.36	204.40		
الحملة (3)	200.40	160.32	204.41		
المتوسط	176.35	192.38	213.75		

❖ **قراءة النتائج**

ينتج الكالسيوم من تفاعل بين ثاني أكسيد الكربون المنحل في الماء والصخور الكلسية أو نتيجة الانحلال المباشر لكبريتات الكالسيوم (الجبس). من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط تركيز شوارد الكالسيوم محصور بين (176.35 mg/l -213.75) وهي مقبولة عموما مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية، حيث وجدنا أن بئر الحجيرة الجديد أفضل من بئر الشهداء وبئر المير. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (2) هي الأفضل (124.25 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (3) هي الأفضل (160.32 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (2) هي الأفضل (204.4 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية.

IV-2-6 نتائج المغنزيوم

✓ **طريقة الحساب**

$$[Mg^{2+}] = TH - [Ca^{2+}] \quad (23)$$

الجدول (12-IV) : نتائج تركيز المغنزيوم (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	102.06	55.9	99.63	**150**	**150**
الحملة (2)	94.77	94.77	82.62		
الحملة (3)	85.05	87.48	70.47		
المتوسط	93.96	79.38	84.24		

❖ **قراءة النتائج**

يعود تواجد المغنزيوم إلى انحلال الصخور الكربونية المشكلة للمجرى المائي، حيث نلاحظ أن كل النتائج المتحصل عليها كان متوسط تركيز شوارد المغنزيوم في المياه لا يتجاوز الحد المسموح به في المعايير العالمية والوطنية كما هو موضح في الجدول أعلاه وهي قيم معقولة تتراوح بين (79.38 -93.96 mg/l). بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (3) هي الأفضل (85.05 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لبئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (55.9 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (3) هي الأفضل (70.47 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية و الوطنية.

IV-2-7 نتائج الكلورير

✓ **طريقة الحساب**

(24)

$$[Cl^-] = \frac{V_e - V_B}{100} * \frac{10}{V_T} * D * M_{Cl^-} * C_{AgNO_3} * 1000$$

C_{AgNO_3} تركيز	M_{Cl^-} كتلة المولية	التمديد D	V_T حجم المعاير	V_B حجم الشاهد	متوسط حجم التكافؤ V_e		
					3	2	1
0.028 M	35.5 g/mol	4	11.5 ml	0.8 ml	13.93	11.46	12.73

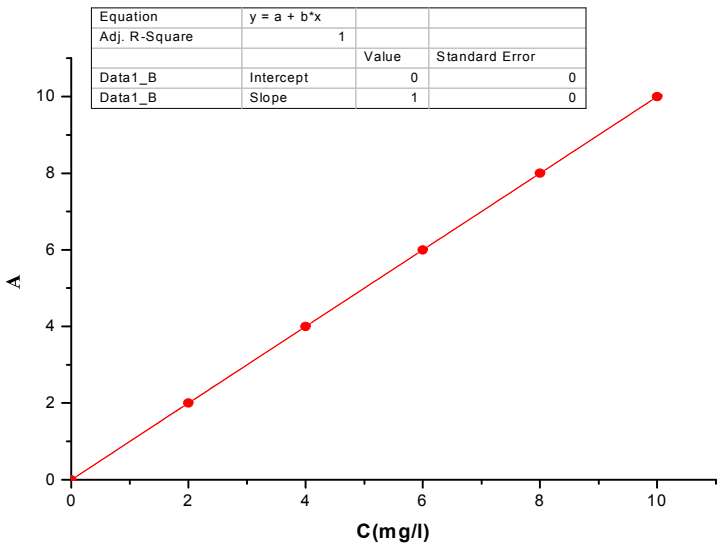
الجدول (13-IV) نتائج تركيز الكلورير (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	427.42	376.12	574.45	**250**	**500**
الحملة (2)	411.43	362.45	382.97		
الحملة (3)	389.81	355.61	389.81		
المتوسط	409.55	254.72	449.07		

❖ **قراءة النتائج**

من أهم مصادر الكلورير هو ذوبان أملاح الكلور في المياه، تسرب مياه البحار، الفضلات الإنسانية. من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن تراكيز متوسط الكلورير في العينات تعتبر جيدة وموافقة للمعايير الوطنية حيث سجل بئر الشهداء (254.72 mg/l) أفضل قيمة من بئر الحجيرة الجديد وبئر المير مقارنة بالمعايير العالمية و الوطنية. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد نجد أن تركيز الكلورير تجاوز الحد المسموح به في المعايير العالمية على عكس المعايير الوطنية التي لم تتعدى الحد المسموح به، حيث نجد الحملة (3) هي الأفضل (389.8 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء نجد أن تركيز الكلورير تجاوز المعايير العالمية ومقبول عموما من ناحية المعايير الوطنية حيث نجد الحملة (3) هي الأفضل (355.61 mg/l) من بين مختلف الحملات بالنسبة لحملات بئر المير نجد أن الكلورير تجاوز المعايير العالمية و من جهة أخرى لم يتجاوز المعايير الوطنية ماعدا الحملة (1) (574.45 mg/l).

IV-2-8 نتائج الصوديوم



الشكل (1-IV) : منحنى الصوديوم الشاهد

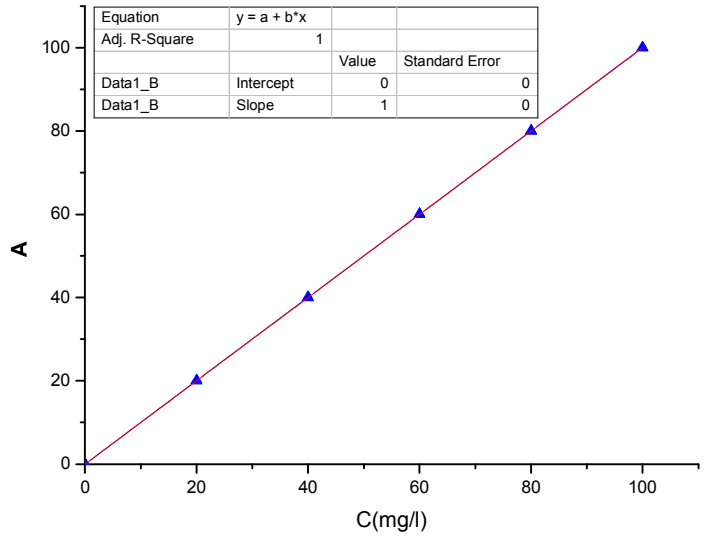
الجدول (IV-14) : نتائج تركيز الصوديوم (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	200	200	200	**200**	**200**
الحملة (2)	300	200	300		
الحملة (3)	222.5	196.3	222.5		
المتوسط	240.83	198.76	240.83		

❖ **قراءة النتائج**

يتواجد الصوديوم في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية بشكل طبيعي، من خلال نتائج الجدول أعلاه وجدنا أن متوسط تركيز الصوديوم تجاوز الحد المسموح به عالميا ووطنيا في بئر الحجيرة الجديد وبئر المير(240.83 mg/l) و مطابق للمعايير في بئر الشهداء (198.76 mg/l). بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (1) هي الأفضل (200 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء فهي توافق المعايير. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (200 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية.

IV-2-9 نتائج البوتاسيوم



الشكل (IV-2) : منحنى البوتاسيوم الشاهد

الجدول (IV-15) : نتائج تركيز البوتاسيوم (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	18	25	15	**20**	**20**
الحملة (2)	30	34	33		
الحملة (3)	29	29.5	36.3		
المتوسط	25.66	29.5	28.1		

❖ **قراءة النتائج**

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية بشكل طبيعي، من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم البوتاسيوم تجاوزت المعايير، حيث سجل بئر الحجيرة الجديد أفضل قيمة (25 mg/l) مقارنة ببئر الشهداء وبئر المير. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (1) هي الأفضل (18 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (1) هي الأفضل (25 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (15 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية.

IV-2-10 نتائج الكبريتات

الجدول (IV-16) : نتائج تركيز الكبريتات (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	680	740	400	**500**	**400**
الحملة (2)	788	740	700		
الحملة (3)	562.5	540	618.8		
المتوسط	676.83	673.33	572.93		

❖ **قراءة النتائج**

يرجع تواجد الكبريتات إلى انحلال الجبس، أكسدة الكبريت إلى كبريتات بواسطة الهواء في وسط مائي. بينت نتائج الدراسة من خلال نتائج الجدول أعلاه أن متوسط قيم تركيز الكبريتات في المياه المدروسة تتراوح ما بين (572.93-676.83 mg/l) حيث فاقت الحد المسموح به في المعايير.

بئر المير سجل (572.93 mg/l) وهي أفضل قيمة مقارنة ببئر الشهداء وبئر الحجيرة الجديد. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد، الحملة (3) هي الأفضل (562.5 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر الشهداء، الحملة (3) هي الأفضل (540 mg/l) من بين مختلف الحملات. بالنسبة لحملات بئر المير، الحملة (1) هي الأفضل (400 mg/l) من بين مختلف الحملات مقارنة بالمعايير العالمية والوطنية.

IV-2-11 نتائج الحديد

الجدول (IV-17) : نتائج تركيز الحديد (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	0.67	1.43	0.028	0.3	0.3
الحملة (2)	0.67	0.81	0.312		
الحملة (3)	0.64	0.65	0.35		
المتوسط	0.66	0.96	0.23		

❖ **قراءة النتائج**

يرجع تواجد الحديد إلى انحلال المركبات الحديدية المكونة للتربة، حيث بينت النتائج من خلال الجدول أعلاه أن متوسط تركيز الحديد في مياه العينات المدروسة تجاوز الحد المسموح به في بئر الشهداء و بئر الحجيرة الجديد بينما بئر المير فقيمته المتوسطة (0.23 mg/l) توافق تقريبا المعايير العالمية و الوطنية. بالنسبة لحملات بئر الحجيرة الجديد وبئر الشهداء، تركيز الحديد يفوق المعايير. بالنسبة لحملات بئر المير الحملات الثلاث توافق المعايير العالمية والوطنية.

IV-2-12 نتائج الامنيوم

الجدول (IV-18) : نتائج تركيز الامنيوم (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	0	0	0	0.2	0.5
الحملة (2)	0.006	0	0		
الحملة (3)	0	0	0		
المتوسط	0.002	0	0		

❖ **قراءة النتائج**

ينتج الامنيوم من مياه الأمطار أو الثلوج أو من إرجاع النترات و من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم تركيز الامنيوم في المياه المدروسة يتراوح مابين (0 - 0.002 mg/l) وهي قيم مقبولة ضمن المعايير العالمية والوطنية.

IV-2-13 نتائج النتريت

الجدول (IV-19) : نتائج تركيز النتريت (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	0	0	0	**0.5**	**0.1**
الحملة (2)	0.007	0	0.042		
الحملة (3)	0	0	0.021		
المتوسط	0.0023	0	0.021		

❖ **قراءة النتائج**

يمثل النتريت مرحلة إنتقالية بين شوارد النترات والامنيوم ضمن عملية أكسدة و اختزال بينهما و من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم تركيز النتريت في المياه المدروسة يتراوح مابين (0 - 0.021 mg/l) وهي قيم مقبولة ضمن المعايير العالمية والوطنية.

IV-2-14 نتائج النترات

الجدول (IV-20) : نتائج تركيز النترات (mg/l)

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير	المعايير العالمية	المعايير الوطنية
الحملة (1)	0	0	0	**50**	**50**
الحملة (2)	0	0	0.75		
الحملة (3)	0	0.162	0		
المتوسط	0	0.054	0.25		

❖ **قراءة النتائج**

مصدر النترات هو تحلل المواد العضوية أي المرحلة النهائية لأكسدة المواد العضوية، من خلال نتائج الجدول أعلاه نلاحظ أن متوسط قيم تركيز النترات في المياه المدروسة يتراوح مابين (0 - 0.25 mg/l) وهي قيم مقبولة ضمن المعايير العالمية والوطنية.

✓ **التوازن الشاردي**

بعد إيجاد تراكيز العناصر نقوم بحساب التوازن الشاردي للتأكد من النتائج المتحصل عليها وفق العلاقة (16).

الجدول(IV-21) : نتائج التوازن الشاردي

الآبار / الحملات	بئر الحجيرة الجديد	بئر الشهداء	بئر المير
الحملة (1)	1.06	4.07	1.95
الحملة (2)	4.5	3.35	4.69
الحملة (3)	4.35	1.32	0.39

بعد حساب التوازن الشاردي لمختلف الآبار الموجودة في المنطقة في حملات مختلفة وبعد الحصول على قيم أقل من 5 يمكن تأكد صحة النتائج المتحصل عليها.

IV- 3 الوسائط البكتريولوجية

❖ **قراءة النتائج**

تواجد البيكتريا في المياه دليل على تلوث المياه [37،36].

بكتيريا القولون الكلية والبرازية

من خلال النتائج المتحصل عليها في مختلف الحملات يتبين أن العينات (1، 2، 3) خالية من جميع أنواع بكتيريا القولون الكلية والبرازية، أي أنها مطابقة للمعايير العالمية والوطنية (0 مستعمرة/100 مل).

البكتيريا السباحية الكلية والبرازية

من خلال النتائج المتحصل عليها في مختلف الحملات يتبين أن العينات (1، 2، 3) خالية من جميع أنواع البكتيريا السباحية البرازية، أي أنها مطابقة للمعايير العالمية والوطنية (0 مستعمرة/100 مل).

IV- 4 خلاصة الفصل

تطرقنا في هذا الفصل إلى عرض نتائج التحاليل المخبرية حيث تم عرضها في جداول ومقارنتها بالمعايير العالمية OMS و المعايير الوطنية Normes Algériennes.

الخلاصة العامة

الخـلاصة العـامة

يتمحور هذا العمل حول دراسة خصائص مياه الشرب لآبار طبقة الألبيان بمنطقة الحجيرة (ولاية ورقلة)، من أجل ذلك قمنا في البداية بأخذ العينات من ثلاثة آبار موجودة في المنطقة (بئر الحجيرة الجديد، بئر الشهداء و بئر المير) في ثلاث حملات مختلفة زمنيا.

لتقييم نوعية مياه الشرب المستغلة الخاصة بالمنطقة قمنا بإجراء مجموعة من التحاليل الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية ومقارنتها بالمعايير العالمية والوطنية في مخبر الجزائرية للمياه ADE بورقلة، الدراسة التحليلية سمحت لنا بتحديد تراكيز العناصر الكيميائية في هذه العينات بدلالة التوزيع المكاني للآبار في مختلف الحملات.

أظهرت النتائج المتحصل عليها بالنسبة للخصائص الفيزيائية أنها توافق المعايير ماعدا ارتفاع العكارة في بئر الحجيرة الجديد وزيادة في قيم الناقلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة والملوحة، هذه الزيادة عن الحد المسموح به مزعجة لكنها غير مؤذية وتؤدي إلى مضاعفات على المدى البعيد خاصة على الكلى والكبد، بالنسبة للخصائص الكيميائية بعضها يوافق المعايير (الكالسيوم، المغنزيوم، الامنيوم، النتريت، النترات) مع ملاحظة ارتفاع كبير في نسب بعض العناصر كالعسرة، البوتاسيوم والكبريتات مما يدفعنا إلى القول أن مياه هذه الطبقة (الألبيان) عسرة جدا أي تستهلك كميات من الصابون ومساحيق الغسيل وتؤدي إلى نتائج غير مرضية، زيادة تركيز البوتاسيوم يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، كما أن زيادة تركيز الكبريتات عن الحد المسموح به يعطي المياه طعما مرا ويؤدي إلى حدوث مضاعفات على مستوى البطن، بالنسبة لتركيز كلا من الكلورير والصوديوم تجاوزا الحد في بئري الحجيرة الجديد و المير مما يعطي للمياه طعما مالحا والصوديوم يؤدي إلى أمراض ضغط الدم والكلى وتلف الكبد.

اصفرار المياه (اللون القرمزي) في بئري الحجيرة الجديد والشهداء يعود إلى ارتفاع تركيز الحديد والذي من أهم أضراره أنه يساعد على نمو البكتيريا في المياه، يؤدي إلى ظهور العكارة، مسؤل عن

الطعم غير المرغوب فيه، يزيد من الترسبات الضارة داخل أنابيب الماء كما يؤدي إلى سرعة تلفها وظهور بقع الصدأ.

بالنسبة للخصائص البكتريولوجية توصلنا لعدم وجود أي من بكتيريا القولون الكلية والبرازية والبكتيريا السباحية البرازية.

يتضح من خلال الدراسة التجريبية لمياه منطقة الحجيرة أنها مياه نوعا ما صالحة للشرب ومن خلال نتائج التحاليل المخبرية تبين لنا أن مياه بئر المير هي الأفضل مقارنة ببئري الحجيرة الجديد والشهداء وذلك من حيث تقارب نتائجها مع المعايير العالمية والوطنية، وإجمالا يمكن القول أن مياه طبقة الألبيان بالحجيرة بحاجة إلى بعض المعالجات (التحلية، الأكسدة الأولية، التهوية...الخ).

نتطلع مستقبلا لدراسة خصائص أكثر على الماء (المعادن الثقيلة، المواد السامة.....الخ) ودراسة عمليات فحص دورية لنوعية المياه ومعرفة تغير أو ثبات تراكيز هذه العناصر عبر الزمن و مدى الحاجة إلى استخدام المطهرات لها.

المراجع

المراجع باللغة العربية

[1] نصر الحايك، مدخل إلى كيمياء المياه : تلوث- معالجة- تحليل، منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجيا، دمشق، 2017.

[2] عبد الرحمان ديدوح، الأمن المائي : الإستراتيجية المائية في الجزائر، الطبعة الأولى، المركز العربي الديمقراطي، 2017.

[3] أحمد سواعدية، دراسة تحليلية للمياه المستعملة بمدبغة الهضاب العليا بالجلفة، مذكرة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2010.

[4] محمد الأمين شنوقي، السعيد بوشحدان، تلوث المياه ومعالجتها، مذكرة شهادة أستاذ تعليم ثانوي، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، 2006.

[5] محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 2007.

[6] تقرير مصالح دائرة الحجيرة، الوضعية الاقتصادية و الاجتماعية و واقع التنمية بالحجيرة، 2016.

[7] الديوان الوطني للأرصاد الجوية، ورقلة، 2017.

[10] كوثر عرباوي، تأثير النخيل على الجزيرة الحضارية العمرانية- حالة الدراسة قصر مدينة ورقلة، مذكرة ماجستير، جامعة محمد خيضر بسكرة، 2014.

[11] عزيزة بن ناي، لطيفة سليماني، دراسة نوعية مياه طبقة السنونيان، مذكرة شهادة الدراسات الجامعية والتطبيقية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2005.

[12] عبد اللطيف بالعالم، نزع أيونات الفلوريد من المياه الصالحة للشرب من منطقة ورقلة باستعمال الجير وكبريتات الألمنيوم، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.

[13] أسماء بوخلط، حليمة بوخلط، تحليل مياه الشرب للحاويات ودراسة مدى مطابقتها للمعايير الجزائرية و الدولية، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2016.

[14] مارك ج. هامر، الماء وتنقية مياه الصرف، مجلة العلوم والتقنية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتنقية، الرياض، 2010.

[16] سحر الأمين كاتوت، علم المياه، دار دجلة، عمان، 2008.

[19] إبراهيم إسلام محمود، اختبارات ومواصفات المياه، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006.

[22] فتحي عبد العزيز العبادسة، الماء في القرآن الكريم : دراسة موضوعية، بحث لنيل الماجستير في التفسير وعلوم القرآن، الجامعة الإسلامية، غزة، 2002.

[24] حسان صديق، نائل يسري، كيمياء البيئة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، حلب، 2010.

[26] عادل خرفي، تصميم محطة تطهير المياه المستعملة لبلدية حاسي مسعود، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2016.

[27] مريم صندالي، كنزة زعباب، تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات: مقارنة بين محطتي أنقوسة وتماسين، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2017.

[28] إبراهيم العابد، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2014.

[29] عدنان جمال الساعاتي، تلوث الماء، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد الرابع، 1988.

[30] كريمة كل، حفيظة دباش، دراسة تأثير مياه الطبقة السطحية المتصاعدة على الخصائص الفيزيوكميائية لمياه الصرف الصحي المنزلي بمدينة ورقلة، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح، 2017.

[31] الجريدة الرسمية الجزائرية للجمهورية الجزائرية، العدد 18، 23 مارس 2011.

[32] قيس باوية، معالجة عسرة مياه طبقة الألبيان : حوصلة تجريبية و إمكانية استغلال النتائج في منطقة وادي ريغ، مذكرة ماجيستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2004.

[33] تقرير الجزائرية للمياه، وحدة ورقلة، 2018.

[34] تقرير الجزائرية للمياه، مركز الحجيرة، القسم الفرعي للموارد المائية، 2017.

[36] نصر الحايك، تلوث المياه وتنقيتها ، ديوان المطبوعات الجامعية ،الجزائر، 1989.

[37] نصر الحايك، طرق تحليل المياه ، ديوان المطبوعات الجامعية ،الجزائر، 1989.

المراجع باللغة الفرنسية

[8] " Centre de vie "Hassi Maamar", Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, mission1, 2017.

[9] Rapport de fin de sondage localité El-Hadjira, Sarl travaux hydrauliques Shaolin, Décembre 2013.

[15] Olivier Atteia, Chimie et pollution des eaux souterraine, Lavoisier, 2015.

[17] Jean-Louis Chaussade, Gérard Mestrallet, Denis Marchand, Laurent Andriamirado, Mémento technique de l'eau, 2ème édition Tome 1, Dégrémont suez, 2005.

[18] Joël Graindorge, Eric Landot, La qualité de l'eau potable-Techniques et responsabilités, Dossier d'experts, 2014.

[20] Mohand Said Ouali, Cours de procédés unitaire biologiques et traitement des eaux, OPU, 2001.

[21] Jean-Luc Potelon, Le guide des analyses de l'eau potable, Voiron, 1998.

[23] Chaouch Noura ,Utilisation des sous-produits du palmier dattier dans le traitement physico-chimique des eaux polluées, Thèse de Doctorat, Université Hadj Lakhdar-Batna, 2014.

[25] Normes générales pour les eaux potables, Codex Stan 227-2001.

[35] Jean Rodier, Analyse de l'eau-Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème édition, Dunod, 2005.

الملاحق

آثار الصدأ نتيجة إستعمال مياه الطبقة الألبيانية بالحجيرة

عينات الحملات الثلاث